O PRZYGOTOWANIU

A W SZCZEGÓLNOŚCI

O PRAŻENIU RUD ŻELAZNYCH

przez K. Szokalskiego
inż. górn.

Wzmagający się stopniowo w ostatnich latach w kraju naszym przemysł, nie może wprawdzie dotąd iść w porównanie z ruchem przemysłowym zagranicą, a jednakże do zaspokojenia jego małych stosunkowo potrzeb, produkcya górnictwa krajowego, a mianowicie żelaza, nie wystarcza: posiłkujemy się produktami hutniczymi sprowadzonymi z zagranicy, które przecież nie są tego rodzaju, abyśmy nie byli w stanie u nas ich wyrobić. Zajrzyjmy do naszych fabryk: maszyn, kotłów, do drutarni lub innych jakichkolwiekbądź zakładów przerabiających żelazo, a przekonamy się, że wszystkie posiłkują się żelazem zagranicznem. Cóż dopiero mówić o zaspokojeniu większych potrzeb jak np. budowy dróg żelaznych, mostów i t. p. Sprowadzamy nietylko żelazo tak zwane modelowe, cienkie, bednarskie, kute w większych sztukach, blachę kotłową i stal wszelkiego rodzaju, ale nawet i żelazo zwyczajnych wymiarów. Nasze zakłady hutnicze ograniczają się prawie wyłącznie wyrabianiem żelaza zwyczajnego kwadratowego, płaskiego i okrągłego, rzadko kiedy cieńszego niż $^1/_4$ i nie grubszego nad 3″, a wyrób ten nie zawsze przedstawia rękojmię odpowiedniej wytrzymałości i starannego wyrobienia. Ceny są przytem wyższe od cen żelaza zagranicznego, pomimo cła i transportu. Innego rodzaju żelaza nie wyrabiamy, chociaż znajdujące się w kraju materyały, dają wszelką możność

współzawodniczenia z żelazem zagranicznem, jeżeli nie pod względem cen, to przynajmniej pod względem gatunku otrzymanego produktu. Posiadamy bowiem rudy żelazne zawierające od 26 do 36% i więcej żelaza, łatwo topliwe i łatwo redukujące się z małemi tylko stosunkowo ilościami części szkodliwych, jak np. siarki i fosforu. Surowiec nasz otrzymuje się prawie wyłącznie na węglu drzewnym; wiadomo zaś, że taki surowiec jest gdzieindziej bardzo poszukiwanym produktem, dającym się najkorzystniej zastosować do otrzymywania stali lub żelaza wyborowych gatunków.

Jeżeli żelazo nasze nie odpowiada wymaganiom, pochodzi to ztąd, że manipulacye hutnicze nie zawsze wykonane są z należytą dokładnością, rudy nie zawsze są dostatecznie przygotowane, piece i przyrządy mają często wadliwą konstrukcyą, maszyny zaś nie odpowiadają danym warunkom. W obec takich okoliczności produkty hutnicze są oczywiście o wiele gorsze niżby być mogły, a rezultaty naszego gospodarstwa hutniczego są znacznie niższe, niż w krajach zostających w nierównie gorszych od nas warunkach. Hutnictwo, w ostatnich zwłaszcza czasach, uległo wszędzię radykalnym zmianom i ulepszeniom, mającym na celu jużto otrzymywanie lepszego produktu, jużto stronę ekonomiczną, u nas zaś, z wyjątkiem bardzo niewielkiej liczby zakładów, nic prawie nie zrobiono dla podniesienia tej ważnej gałęzi krajowego przemysłu. O ile jednak gdzieindziej pracowano nad tą kwestyą, przekonywa fakt, że w Anglii [1]), a mianowicie w prowincyi Cleveland, w skutek należytego przygotowania rud, zmiany kształtu Wielkich Pieców, powiększonej ich objętości, zastosowania mocno ogrzanego powietrza i lepszego zużytkowania gazów, ilość materyału palnego w Wielkich Piecach zmniejszoną została w ciągu 8 ostatnich lat więcej jak o 30%.

Zgodnie z dążeniem niniejszego pisma postaramy się przedstawić rzeczywisty dzisiejszy stan naszego hutnictwa w zaznaczonym powyżej zakresie, wykazać wady i braki, a zarazem podać środki i sposoby, których użyć należy celem dojścia do lepszych rezultatów. Ponieważ jednak praktyka jest dzisiaj nader ściśle zespolona z teoryą, nie możemy więc poprzestać na przytoczeniu samej tylko praktycznej strony przedmiotu i mu-

---

[1]) B. u. H. Zeitung N. 50, 1872.

simy konieczni odwołać się do teoryi, aby tym sposobem dojść do mniej lub więcej stanowczych wniosków. Postaramy się nadto przedstawić wyniki doświadczenia innych krajów, gdyż rezultaty te, niezależnie od częstokroć zupełnie różnych warunków w jakich otrzymane zostały, wielce przyczynić się mogą do lepszego ogarnięcia zajmującego nas przedmiotu.

Zanim dostawiona z kopalni ruda żelazna przetopioną zostanie w Wielkim Piecu, podlega poprzednio niektórym czynnościom, wpływ któryah ze względu na rezultaty działania Wielkich Pieców i na gatunek otrzymanego produktu, jest w wielu razach bardzo ważny. Rudy żelazne, które służą do otrzymywania żelaza sposobem hutniczym zawierają żelazo zawsze w stanie otlenionym, albo jako tlennik, albo jako tlenek, które to tlenki znajdują się znowu albo w stanie czystym, albo też połączone są z kwasem węglanym, kwasem krzemnym lub z wodą. Żelazo w takich związkach jest prawie zawsze pomięszane z innemi ciałami jak np. z krzemionką, wapnem, magnezyą, glinką, manganem i t. p. Oprócz tego rudy zawierają jeszcze zawsze pewną ilość wody hygroskopijnej i mniejszą lub większą ilość obcych części wpływających szkodliwie na gatunek surowca; do tych ostatnich należą: siarczyki metaliczne, oraz siarczany i fosforany tlenków metalicznych i ziem alkalicznych. Związki arsenowe rzadko zresztą zdarzające się, należą także do tej kategoryi.

Zadaniem więc odpowiedniego przygotowania rud do dalszych czynności hutniczych jest oddalenie wszelkich części szkodliwych i wody hygroskopijnej oraz oswobodzenie tlenków żelaza od kwasu węglowego (jeżeli są połączone); słowem, starać się trzeba o otrzymanie produktów, w których żelazo znajdowałoby się tylko w stanie tlenniku lub tlenotlenniku.

Oprócz tego rudy są często tak zbite, t. j. cząsteczki ich są z sobą tak ściśle złączone, że rozbicie rudy na drobne kawałki jest nadzwyczaj uciążliwe, a co ważniejsza, łatwy przystęp gazów redukujących do każdej cząsteczki żelaza w kawałkach rudy w Wielkim Piecu, jest częstokroć niemożliwy. Należy zatem pojedyńczym kawałkom takiej rudy nadać wielkość odpowiednią, mniej więcej równą i zarazem uczynić ją dziurkowatą, aby redukcya tlenków żelaza mogła być jednakowo w całej masie przeprowadzoną.

Przygotowanie rud żelaznych ma więc na celu z jednej strony przemianę chemiczną, a z drugiej — przemianę własności fizy-

cznych a do tego dochodzi się albo przez wystawienie rudy na działanie powietrza przez długi czas, czyli przez wietrzenie, albo na działanie ognia, czyli przez tak zwane *prażenie*. Przytem ruda poddaje się innym jeszcze czynnościom, jako to: płókaniu, tłuczeniu, gatunkowaniu i t. p.

Zastanówmy się najprzód nad przemianami chemicznemi, jakie mają miejsce w razie poddania rud prażeniu lub zwietrzaniu, poczem z większą łatwością będziemy mogli ocenić, jaki mianowicie system pieców i aparatów zastosować należy w celu otrzymania żądanych rezultatów.

Przez wystawienie rud żelaznych na działanie wysokiej temperatury usuwa się najprzód woda hygroskopijna, a następnie i woda chemiczna znajdująca się w niektórych rudach (np. w brunatnych), oraz w glinie, gipsie i innych domieszkach towarzyszących bardzo często związkom żelaza. Siarczyki metaliczne i siarko-arsenki metali, ulegają rozkładowi oswobadzając blizko połowę ilości siarki i arsenu. Jeżeli przystęp powietrza jest dostateczny i temperatura odpowiednia, następuje dalszy rozkład tychże związków na kwas siarkowy, tlen i zasadowy siarczan tlenniku żelaza, który następnie przy jeszcze wyższej temperaturze może się rozłożyć, pozostawiając ostatecznie prawie czysty tlennik żelaza. Jednakże siarek cynku i siarek ołowiu znajdujące się niekiedy w rudach żelaznych, zamieniają się tylko na siarczany. Im wolniej i jednorodniej ruda będzie rozgrzaną i stopniowo doprowadzoną do najwyższej wymaganej temperatury, tem dokładniej rozkład będzie mógł być przeprowadzony.

Przy prażeniu rud zawierających znaczną stosunkowo ilość siarczyków lub arsenianów żelaza, należy zatem starać się o to, aby przez znaczny i ułatwiony przystęp powietrza, działanie otleniające było jak największe. Starano się wprawdzie rozłożyć takie związki za pomocą pary wodnej, jednakże próby te nie doprowadziły do zadawalniających rezultatów z powodu trudności dokładnego prowadzenia procesu, jako też ze względów ekonomicznych. W jednym tylko wypadku bardzo rzadko zdarzającym się para wodna wraz z powietrzem może być z korzyścią zastosowana, a mianowicie wtedy, jeżeli idzie o rozłożenie związków arsenowych i usunięcie tego pierwiastku z rud żelaznych.

Węglany żelaza (rudy ilaste, szpatowe, węglano-ilaste) wystawione na działanie wysokiej temperatury rozkładają się, wydzielając kwas węglowy, przyczem żelazo jeżeli było w niższym

stopniu otlenienia przechodzi na wyższy. To samo ma miejsce i z innymi węglanami, które znajdują się w rudach jak np. z węglanem wapna, magnezyi, cynku i t. p.

Węglowodory przypadkowo znajdujące się w rudach ulatniają się przez prażenie.

Krzemiany tlênku żelaza (żużle fryszerskie, pudlowe, szwejsowe) ulegają w skutek prażenia zmianie chemicznej: tlenek stopniowo się utlenia i w końcu zamienia na czysty tlennik żelaza, który podług przypuszczeń Percy'ego i Henry'ego z kwasem krzemnym nie pozostaje już w związku chemicznym. Tym sposobem wytłómaczyć sobie można łatwość redukowania żelaza w takich krzemionkach, które poprzednio dobrze wyprażone zostały. Tak więc powszechna prawie w naszych zakładach obawa, jakoby żużle czy to z fryszerek, czy z pudlingarni lub walcowni sypane do Wielkich Pieców miały się przyczyniać do złego ich biegu i sprowadzać większy ubytek żelaza,—jest zupełnie nieuzasadnioną, byleby tylko podobne żużle były należycie przygotowane. Prawda, że zawierają one zawsze większą ilość części szkodliwych, mianowicie zaś fosforu, jak same rudy i że w skutek tego otrzymany ztąd surowiec jest bardziej zanieczyszczony, jednakże rzeczone żużle ze względu na znaczną zawartość żelaza, wynoszącą 40—75$^0/_0$ stanowią materyał nie do pogardzenia. Zauważyć też należy, że nasze rudy zawierają nadzwyczaj mało fosforu, a przeto i w żużlach pierwiastek ten nie może się znajdować w znacznej ilości. Pewna niezbyt wielka ilość fosforu nie jest szkodliwą, jeżeli surowiec ma być użyty do odlewów; a przez staranne pudlowanie w większej przynajmniej części również usuniętą być może. Wszędzie za granicą żużle szwejsowe i pudlowe bywają z korzyścią przetapiane w Wielkich Piecach. W Górnym Szlązku np. gdzie bardzo dbają o gatunek otrzymywanego surowca, $^1/_3$—$^1/_2$ nabojów rudy składa się z żużli, o ile zaś materyał ten jest tam pożądanym dowodzi fakt, że w r. 1871—1872 z bardzo wielu okolic Okręgu Zachodniego wywożono ogromną ilość żużli z fryszerek, starych dymarek i walcowni do Szlązka, chociaż było to nieraz połączone z wielkimi kosztami. Byłoby to rzeczywistą stratą dla przemysłu krajowego, gdyby materyał tak ważny był u nas i nadal marnowany, służąc jedynie do utrzymania dróg bitych, a po większej części zalegając podwórza zakładów żelaznych; uważamy się przeto w obowiązku zwrócić uwagę naszych hutników na jego wielką wartość.

Stosownie do składu chemicznego rudy i biegu Wielkich Pieców, prażenie może być prowadzone w różny sposób, t. j. może być albo otleniające jeżeli się odbywa w obec znacznej ilości powietrza, albo redukujące jeżeli gazy wprowadzone do pieca mogą zamienić wyższe tlenki na niższe, albo neutralne, jeżeli idzie tylko o oddzielenie wody i kwasu węglowego, t. j. o takie zmiany składu chemicznego, które następują bez żadnego pośredniego czynnika przez samo tylko poddanie rud działaniu podniesionej temperatury.

Przy prażeniu rudy starać się należy o ile możności o dokładne zużytkowanie materyału opałowego, a zarazem dbać trzeba o to, aby temperatura odpowiadała danemu gatunkowi rudy i zmianom jakie w niej stopniowo przeprowadzić zamierzamy. Jak bowiem z jednej strony za nizka temperatura może spowodować niezupełny rozkład rud, tak i za wysoka temperatura jest również szkodliwą, nastąpić bowiem może oszklenie lub stapianie się kawałków, w skutek czego wszystkie pory zostaną zatkane i tym sposobem przystęp gazów redukujących i zwęglających w Wielkim Piecu znacznie będzie utrudniony. Ostatecznie więc taka ruda zostanie po większej części zeszlakowaną (zeżużlowaną). Podobny skutek może również nastąpić wtedy, jeżeli prażone są razem rudy różnego gatunku, wymagające każda innej temperatury. Staranne oddzielenie rud i traktowanie każdego gatunku oddzielnie, stosownie do jego natury jest warunkiem pierwszorzędnym. Nie trzeba nadto zapominać, że im ruda zawiera więcej siarczyków, tem łatwiej przy rozpoczynającej się czynności prażenia nastąpić może stopienie lub zeszlakowanie się rudy, dla tego też w takich razach bardzo ważną jest rzeczą, aby temperatura podnoszoną była w miarę rozwijającego się działania.

Dokładne i odpowiednie prażenie rud jest istotnie bardzo ważną czynnością; dowodzą tego np. spostrzeżenia robione w Styryi [1]) nad rudami szpatowemi, które w jednych zakładach przebywają w Wielkim Piecu 6—7 godzin, licząc od chwili zasypania aż do ich okacania się przed formą, w innych zaś zakładach przy takich samych warunkach wymagają 20, a nawet i więcej godzin. Wielka ta różnica zachowania się rud w W. Piecu pochodzi

---

[1]) Beiträge zum Studium des Hochofen-Processes v. Fr. Kupelwieser. u. R. Schöffel.

ztąd, że przez poprzednie dokładne prażenie stają się one bardziej dziurkowatemi i daleko łatwiejszemi do redukcyi, w skutek czego i inne czynności mogą się w W. Piecu odbywać prędzej. Powtóre, rudy będąc o ile możności pozbawione kwasu węglowego dopuszczają wyższą temperaturę w szybie Pieca, przez co działanie gazów redukujących jest bezporównania gwałtowniejsze. Oczywiście wynika ztąd większa produkcya W. Pieców, a zarazem oszczędność materyału opałowego.

Mogą się wprawdzie zdarzyć rudy, które z pozoru zdają się nie wymagać żadnego prażenia, ponieważ jednak rudy nigdy nie są w całych pokładach jednostajne lecz przeciwnie przedstawiać mogą nader rozmaity skład chemiczny, przeto zawsze korzystniej będzie prażyć każden gatunek rudy, zwłaszcza jeżeli rudy mają być przetopione w W. Piecach stosunkowo nizkich. W przeciwnym bowiem razie często z powodu niedostatecznego przygotowania rud, otrzymać można białą surowiznę i czarne żużle, które są zawsze dowodem surowego biegu Pieca (Rohgang), z czem znowu połączone jest większe spotrzebowanie materyału opałowego. Balling utrzymuje wprawdzie [1]), że przy przetapianiu nieprażonych rud szpatowych w W. Piecu wychodzi na 1 centnar surowca o 1 stopę kub. węgla więcej, niż przy rudach prażonych; takiego jednak rezultatu za zasadę przyjąć nie można, jest on bowiem zależnym od różnych okoliczności.

W tym względzie rachunek może nam dać pewne wyobrażenie o ważności tego procesu. Przypuśćmy że ruda zawiera 20% wody (są rudy które zawierają 25%, a nawet więcej wody) i że w W. Piecu przetapiamy na dobę 40,000 funtów rudy; wypada ztąd, że ilość wody znajdującej się w tejże rudzie wynosi 8,000 funtów, a ponieważ do zamienienia jednego funta wody na parę 150° potrzeba według obliczeń Regnault'a 652 jednostek ciepła, przeto do odparowania 8,000 funtów potrzeba będzie $8000 \times 652 = 5216000$ jednostek cieplikowych, czyli przyjmując bezwzględny skutek cieplikowy węgli drzewnych = 7000, potrzeba będzie do odparowania powyższej ilości wody 745 funtów węgli drzewnych, która to ilość będzie jeszcze o wiele większą, jeżeli będziemy mieli do czynienia z rudami zawierającemi kwas węglowy, siarkę lub inne podobne domieszki. Wprawdzie ta sama ilość cieplika

1) Oester. Zeitschrift für B. u. H. 1870.

i przy prażeniu w oddzielnych piecykach będzie także potrzebną, ale wtedy do wywiązywania tego cieplika użyć możemy materyału bezporównania mniej cennego niż materyał opałowy sypany do Wielkiego Pieca, który natomiast może być z większą dokładnością użyty do innych czynności. Tunner robiąc doświadczenia w celu oznaczenia temperatury w różnych wysokościach W. Pieców styryjskich przekonał się, że różnica temperatury przy użyciu rud prażonych i nieprażonych była nadzwyczaj wielka i tak np. w pierwszym razie na $11^1/_2$ st. pod gichtą było w piecu 550^0, w drugim zaś na tej samej wysokości i przy tych samych warunkach było zaledwie 90^0.

Wszystko cośmy dotąd powiedzieli, potrzebne było do dokładniejszego ocenienia i zrozumienia różnych sposobów prażenia i budowy używanych w tym celu piecyków. Do otrzymywania żelaza używają się u nas głównie rudy ilaste i rudy brunatne, oprócz tego niekiedy zdarzają się i inne gatunki rud jak np. ferosideryty, rudy łączne i rudy czerwone, które jednak tylko jako przypadkowo zdarzające się mogą być uważane.

Rudy ilaste zawierają żelazo w stanie węglanu tlenku żelaza, który jest pomięszany z krzemionką i węglanem wapna, magnezyi, gliny i zawiera w barezo małych ilościach węglan manganu, siarczyk żelaza, kwas fosforowy i wodę. Rudy te mają zwykle od 26—34$^0/_0$ żelaza.

Rudy brunatne zawierające 30—40$^0/_0$ żelaza jako wodnian tlenniku żelaza, mają oprócz tego dosyć znaczną ilość krzemionki, wapna i gliny. Mangan, siarka, fosfór a niekiedy i cynk, znajdują się tu w daleko większych ilościach niż w rudach iglastych. Stan skupienia, własności fizyczne i ilościowy skład chemiczny tych rud, jest bardzo różnorodny. Rudy ilaste po większej części wydają duże i twarde kawałki, które częstokroć wytrzymują działanie powietrza i wilgoci, niekiedy jednak przy takich samych warunkach rozsypują się bardzo prędko na miał, jak to np. ma miejsce z rudami kopalni Herkules pod Starachowicami. Rudy brunatne znajdują się albo w kształcie bardzo twardych i niejednostajnych kawałków, mianowicie w Okręgu Wschodnim, albo też w kształcie masy zupełnie rzadkiej i podobnej do gliny (thoniger Brauneisenstein albo mulmige Erze). Ostatni ten gatunek znajduje się obficie w Okręgu Zachodnim. Zastosowanie więc piecyków i przyrządów do prażenia rudy w obec tak różnorodnych jej własności jest rzeczą wcale nie łatwą i musi być odmienne dla

każdego gatunku rudy, jeżeli rzeczony proces ma być przeprowadzony z należytym skutkiem.

Prażenie rud żelaznych odbywa się w większej ilości naszych zakładów żelaznych w sposób bardzo niedokładny, w niektórych nawet miejscach rudy wcale się nie prażą i zaledwie w kilku zakładach, które więcej dbają o dobre rezultaty, urządzone są do tego oddzielne piecyki; budowa tych piecyków nie zawsze odpowiada warunkom. Rudy najczęściej bywają u nas prażone w stosach. W tym celu układa się na ziemi warstwa drzewa szczapowego mniej więcej $1^1/_2$ stopy grubości, 10—15 st. szer. i 30 do 60 st. długości, odpowiednio do zapasów rudy w zakładzie. Na tej warstwie drzewa układa się stożkowaty kopiec rudy do 8, a nawet nieraz i więcej stóp wysokości. W pewnych wypadkach ruda obrzuca się jeszcze z wierzchu miałem węglowym. Drzewo podpala się jednocześnie pod całym stosem, a gdy się takowe spali i ruda ostygnie, uważa się ją za dostatecznie przygotowaną do wsypania do W. Pieca.

Skoro zastanowimy się nad zjawiskami jakie zachodzą w czasie opisanej czynności, przekonamy się łatwo, że sposób ten wcale nie odpowiada wymaganiom. Przez nagłe spalenie tak znacznej ilości drzewa powstaje wysoka temperatura i ruda tuż nad drzewem będąca, łatwo uledz może zupełnemu lub częściowemu stapianiu pojedyńczych kawałków na powierzchni, a wiemy już, że ruda taka do W. Pieców jest niezdatna. Temperatura spada jednakże dosyć szybko w coraz wyższych warstwach rudy i wkrótce staje się już niedostateczną do wywołania zmian składu chemicznego. Kawałki rudy są coraz słabiej wyprażane, następnie zaś znajdujemy warstwy, gdzie pojedyńcze kawałki tylko na swojej powierzchni uległy pewnej zmianie chemicznej, środek zaś został surowy; wreszcie na wierzchu stosa ruda zupełnie jest jeszcze surową. Ruda prażona tak niejednakowo, wpływa bardzo szkodliwie na bieg pieca i temu to niezawodnie przypisać należy często u nas zdarzający się nieregularny i zły bieg pieców, tyle zmienną dzienną ich produkcyą i tak różnorodne rezultaty, chociaż ilość nabojów i ich wielkość pozostają ciągle jednakowe. Oprócz tej różnorodności otrzymanego produktu, zaznaczyć można i inne ujemne strony, jak np. znaczne a bardzo niedokładne zużytkowanie materyału opałowego, wynoszące 3—4 sążni półkubicznych drzewa szczapowego lub okrąglakowego na 100 kibli rudy, dalej dłużej nierównie trwający proces niż przy prażeniu w piecykach,

trudność regulowania temperatury i przystępu powietrza i niepodobieństwo utrzymania rudy przez dłuższy czas w odpowiedniej temperaturze. Wszystkie te niedogodności przyczyniają się do podniesienia kosztów przygotowania rud, a wydatki te powiększają się jeszcze bardziej w skutek strat wynikłych ze złego biegu pieca. Dziwić się doprawdy należy, że ten system prażenia rud, który już wszędzie oddawna uznany został za niedostateczny, u nas jeszcze tak często się praktykuje. Jedyną zaletą prażenia rud w stosach jest swobodny i obfity przystęp powietrza, a zatem silne działanie otleniające, które jednak o tyle tylko może być zużytkowane, o ile temperatura sprzyja. Wszakże warunek ten i w piecykach odpowiedniej konstrukcyi w zupełności może być osiągnięty, jak to dalej zobaczymy. Sposób ten mógłby jeszcze mieć pewne prawo bytu w przypadku, kiedy przy prażeniu rud, nie zwracają uwagi na marnotrawstwo materyału opałowego, i dążą wyłącznie do usunięcia wody lub uczynienia rudy dziurkowatą. W przypadku jednak rud, w których dokładna przemiana składu chemicznego jest koniecznie potrzebną — sposób ten nie wytrzymuje krytyki.

Prażenie rud w piecykach przedstawia niezaprzeczone korzyści, a najprzód wielką oszczędność materyału opałowego, przyczem z korzyścią zużytkować można materyały żadnej prawie nie przedstawiające wartości, jak np. miał węglowy, pozostałości węgla lub koksu znajdujące się w popiele z innych palenisk, gałęzie drzew, trociny, torf i t. p. Produkt jest jednakowo przygotowany i jednorodny, a odpowiednio do potrzeb można utrzymywać w piecu należytą temperaturę i zastosować taki przystęp powietrza, jaki jest potrzebny do osiągnięcia żądanego rezultatu. Budowa piecyków powinna być oczywiście zastosowaną do natury rudy i warunków miejscowych, przyczem pamiętać należy, że materyał opałowy będzie tem dokładniej zużytkowany im bardziej znajduje się w zetknięciu z rudą; starać się także trzeba, aby promieniowanie cieplika na zewnątrz pieca było jak najmniejsze.

Jeżeli chcemy przeprowadzić obojętne prażenie rud, to ponieważ w takim razie należy wpuszczać do piecyka jak najmniej wolnego powietrza, przeto wybierzemy taką budowę, gdzieby piecyki były o ile możności zamknięte i ogrzane płomieniem otrzymywanym w oddzielnem palenisku. Jeżeli zaś materyał opałowy ma być sypany do pieca razem z rudą, wtedy ta ilość wprowadzonego do nich powietrza nie powinna przewyż-

szać ilości potrzebnej do spalenia materyału opałowego i wywołania dostatecznej temperatury. W tym celu najodpowiedniejsze są piecyki z małemi czeluściami rozłożonemi symetrycznie na ich obwodzie, a które mogą być jeszcze opatrzone drzwiczkami dla lepszego regulowania przystępu powietrza. Piecyki tego rodzaju znane powszechnie pod nazwą pieców Rumfordskich są właśnie u nas prawie wyłącznie używane i byłyby bardzo dobre, gdyby rudy nasze były o tyle wolne od wszelkich zanieczyszczających je domieszek, żeby prażenie obojętne było wystarczające. Jednakże takie sprzyjające warunki rzadko się kiedy zdarzają; rudy żelazne zawsze zawierają pewną ilość siarki, a chociaż ilość ta może być bardzo małą, jednak zawsze starać się należy usunąć ją i dla tego daleko korzystniej będzie zastosować piecyki o znacznym przystępie powietrza, t. j. takie w których prażenie byłoby otleniającem.

Liczba różnych piecyków tego rodzaju jest dosyć znaczną; w niniejszym artykule opiszemy te tylko, które mogą być najwłaściwsze dla naszych rud.

Fig. 1 (Tab. III) przedstawia w przecięciu pionowem piecyk zbudowany przez nas w Klimkiewiczowie pod Ostrowcem do prażenia rud ilastych na wzór podobnych piecyków istniejących w Mariazellu w Styryi. Ponieważ rudy w Klimkiewiczowie posiadają bardzo małą tylko ilość siarki (0,03$^0/_0$); przeto działanie otleniające nie potrzebowało być bardzo mocne; szło tam więcej o zupełny rozkład węglanów, a zatem o utrzymywanie właściwej temperatury w piecyku. Piecyk ten w przecięciu poziomem okrągły, opatrzony jest w dolnej części dwoma otworami *a*, w ktorych umieszczone są szerokie ruszty schodowe *b* (Treppenrost), urządzone takim sposobem że ruda na nich się opiera, a zarazem dające możność wprowadzenia do piecyka odpowiedniej ilości powietrza. Spód piecyka obłożony jest blachą *c* z żelaza lanego, nachyloną z dwóch stron ku otworom *a*, dla ułatwienia wygracowania rudy. Otwory te na załączonym rysunku są niewielkie, mają bowiem razem 23,5 stóp kwadratowych m. au. powierzchni, odpowiednio do czynności, które miały być w piecyku wykonywane. W Mariazellu mają rudę żelazną szpatową, zawierającą więcej siarki; powierzchnia otworów wynosi tam 63,6 st. kw. przy 9 st. średnicy piecyka i 12 st. wysokości; oprócz tego szyb pieca ma tam kształt prostego cylindra, a to w celu łatwiejszego usunięcia szkodliwych gazów. Ponieważ w Klimkiewiczowie nie było z tego względu

obawy, przeto zwężono gichtę, a ztąd i piecyk otrzymał kształt wypukły dla lepszego zużytkowania cieplika. W ogóle piecyki podobnej budowy mogą być zastosowane do rud niezbyt zanieczyszczonych, wymagających dosyć wysokiej temperatury do ich rozkładu i w wypadkach kiedy wymaganem jest tylko częściowe otlenienie.

Jeżeli rudy posiadają większą ilość siarki, która przez prażenie ma być usuniętą, jeżeli zatem działanie otleniające ma być mocniejsze, to ilość powietrza dostarczonego przy zastosowaniu pieca powyżej opisanego już nie wystarcza i wtenczas budowa jego ulega niektórym modyfikacyom. Bardzo praktycznym okazał się piec przedstawiony na fig. 2 (tab. III) pierwszy raz zastosowany w Ronitz [1]). Szyb pieca tworzą cienkie ściany *a*, mające na spodzie 18 cali, u góry zaś 15 c. grubości wystawione na blasze lanej *b* i mocno obręczami zankrowane. Blacha *b* ustawiona jest na kolumnach *c* z żelaza lanego, które są opatrzone 4-calowymi czopami wchodzącymi do odpowiednich otworów tejże blachy. Grube brzegi około tych otworów są nadto wzmocnione pierścieniami z 1-calowej kratówki walcowanej, osadzonymi na gorąco dla ochronienia blach od pęknięcia. Na kolumnach znajdują się w pewnych odstępach od wewnętrznej strony pieca gzymsy *d*, na których opierają się obszerne blachy *e* (1 c. grub.), tworzące ruszty schodowe, na których opiera się ruda. Oprócz tego w środku pieca znajdują się dwie blachy *g* daszkowato ustawione i opierające się na blasze fundamentowej *h*. Ostatnia ta blacha leży na podmurowaniu *f*, w ścianach którego sklepione są otwory *k*; powietrze ma tym sposopem swobodne przejście do środka tego podmurowania, zkąd przez otwory 6 c. dług. i 2 c. szer. w blachach *g* zostaje wprowadzone w zetknięcie z rudą. Piec ten jest więc od spodu zupełnie otwarty i przedstawia znaczną powierzchnię otleniającą, gracowanie zaś rudy w każdem miejscu jest możliwe. Może on być w przecięciu poziomem albo okrągły albo owalny, stosownie do ilości rudy, jaka jest wymaganą do W. Pieca. Piec w Ronitz ma 20 st. długości i może objąć 1,600 centnarów rudy; w ciągu doby wybierają z niego rudę dwa razy, za każdym razem po 400 ctrów. Do 100 ctrów wychodzi 4 stopy kub. miału węglowego i 19 st. kub. drzewa szczapowego.

---

[1]) Berg u. Hüttenm. Zeitung 1872.

Gdzie jednakże są rudy w bardzo drobnych kawałkach, lub też łatwo rozsypujące się pod działaniem powietrza, jak to ma miejsce u nas w niektórych miejscowościach,—powyżej opisane piecyki przedstawiałyby wiele niedogodności. Wszystkie bowiem przestwory w szybie piecyka byłyby w takim razie tak zapełnione rudą, że swobodny odpływ wywiązanych gazów i przystęp powietrza byłby nadzwyczaj utrudniony, a nawet zupełnie niemożliwy. Do takich rud Wagner wymyślił piecyk, który najzupełniej odpowiada wymaganiom, zastosowany zaś w wielu miejscowościach wydał najlepsze rezultaty.

Piecyk ten (fig. 3 tab. III) [1]) jest podługowaty i podzielony środkową ścianą *a* na dwie podłużne części *b* 63,44 stóp dług. W każdej z tych części znajdują się $2^1/_2$ stopowe ściany poprzeczne *c* wyprowadzone od spodu do $^1/_3$ wysokości pieca i daszkowato zakończone, które dzielą piec w całej jego długości na 10 przedziałów. Każden przedział $4^1/_3$ st. szer. opatrzony jest szerokimi rusztami *d* i blachą *e* do wygracowania rudy z pieca. Tak wyłożenie (futrówka pieca) jak i ściana *a*, opatrzone są licznymi kanalikami *f*, które za pośrednictwem obszerniejszych kanałów *g* są w połączeniu z powietrzem zewnętrznem. Tym sposobem przystęp znacznej ilości powietrza, a ztąd i silne działanie otleniające jest tu możliwe; powierzchnia bowiem otleniająca wynosi 306 st. kw. przy podanej długości pieca. Kanaliki *f* są nachylone, aby opadająca ruda nie zatrzymywała się w nich i nie sprowadziła ich zatkania.

Wagner jeszcze bardziej udoskonalił budowę tych piecyków, mając bowiem do czynienia z rudami bogatemi w siarczyk żelaza starał się powiększyć działanie powietrza. W tym celu zastąpił on zewnętrzne murowane ściany systemem szerokich rusztów umieszczonych jedne nad drugimi i opierających się na cienkich słupach murowanych lub podstawach żelaznych; tym sposobem cała powierzchnia zewnętrzna pieca była zupełnie otwarta, powietrze więc mogło swobodnie wstępować ze wszystkich stron. Nieznane nam są jednak u nas rudy, do wyprażenia których potrzebnyby był tak znaczny przystęp powietrza; nie sądząc przeto aby

---

[1]) Załączony rysunek wyjęto z dzieła: Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde von Bruno Kerl.

piecyki te mogły znaleść praktyczne zastosowanie poprzestajemy na wzmiance nie podając szczegółowszego opisu.

Jako materyał opałowy do prażenia rud służą niekiedy gazy gichtowe z W. Pieców, które celowi takiemu zupełnie odpowiadają. Ponieważ jednak urządzenie takich piecyków jest dosyć skomplikowane, uważamy za korzystniejsze w naszych warunkach hutniczych zużytkować gazy wielkopiecowe do innych czynności, jak np. do ogrzewania powietrza, ogrzewania kotłów parowych i t. p., nie zatrzymujemy się przeto nad opisem budowy takich piecyków.

W jednym tylko razie rzeczony materyał opałowy mógłby być z korzyścią zastosowany do prażenia, mianowicie zaś do prażenia rud brunatnych gliniastych (Mulmige Eisenerze), jakie znajdują się obficie u nas, zwłaszcza w Okręgu Zachodnim. Rudy te składające się z bardzo drobnych ziarn pomięszanych z gliną bogatą w żelazo, posiadają zawsze oprócz znacznej ilości wilgoci, dosyć dużo pirytu żelaznego i cynku. Ponieważ ruda ta, z powierzchowności bardzo podobna do zwyczajnej gliny garncarskiej w piecykach szybowych wcale prażoną być nie może, przeto sypią ją zwykle w takim stanie, w jakim przychodzi z kopalni—do W. Pieca. W jednym tylko zakładzie, w Gustku pod Tomaszowem, zdarzyło nam się widzieć bardzo proste i praktyczne urządzenie na gichcie do wysuszania rudy za pomocą gazów wielkopiecowych. Takie przygotowanie rudy nie jest jednak wystarczające, albowiem nie usuwa z niej szkodliwych części.

Wiadomo nam także, że w Dąbrowie robione były próby tworzenia z takiej rudy cegieł, które następnie miały być wysuszone i mocno wypalone. Brak nam jednak dokładniejszych danych co do praktyczności i rezultatów tego sposobu.

Podajemy natomiast rysunek pieca płomiennego, jaki wystawiony został w Eisenerzu w Styryi do prażenia rud tego rodzaju [1]) Dwa takie piece pomysłu Mosera (fig. 4 i 5 tab. III) wybudowane zostały na gichcie i opalane gazami z W. Pieca. Trzon pieca ułożony jest z blach surowcowych ustawionych na podmurowaniu i nachylonych do poziomu, pod pewnym kątem. Nachylenie zależne jest od kąta zsuwania się materyału (Böschungswinkel), który będzie

---

[1]) Opisany w Berg. u. Hüttenm. Ztg. z r. 1867.

inny dla każdej rudy i zależy także od stopnia jej wilgoci. W Eisenerzu kąt ten wynosi u spodu pieca 37°, w wyższej zaś części 40°. Otwór *b* do zasypywania rudy opatrzony jest podwójnemi drzwiczkami, zamykającemi się samodzielnie skoro ruda zasypaną zostanie. Ruda dostawioną bywa na wózkach galeryą *c*. Sklepienie pieca *d* nie schodzi do końca trzonu, tym sposobem zostaje otwór *e*, przez który gazy swobodnie wydzielić się mogą; *f* jest rura gazowa ze szparą 30 c. dł. i 2 c. szer. dla ujścia gazów, *g*—otwór do wygracowania rudy i zarazem do dostarczenia potrzebnej do spalenia gazów ilości powietrza. Ruda rozłożona jest na trzonie pieca na 6 c. grubośćj; w jednym piecu prażyć można w ciągu 24 godzin 280—320 centnarów, przyczem ruda pozostaje w piecu 3—4 godzin.

Od czasu zastosowania rudy prażonej w taki sposób wydajność surowca w Eisenerzu powiększyła się o 6½—10%. Prażenie rud brunatnych gliniastych przedstawiałoby i u nas niezawodne korzyści, gdyż usunięcie siarki i cynku pozwoliłoby otrzymać surowiec nierównie lepszy i czystszy, a przytem bieg W. Pieców byłby daleko regularniejszy, wiadomo bowiem jak wielką przeszkodą są tworzące się częstokroć osady tlenku cynku na ścianach W. Pieca. Prawdopodobnie przy zastosowaniu pieca przedstawionego na fig. 4 i 5, do naszych rud, uległby on niektórym zmianom tak co do wymiarów jak i co do układu; należałoby zapewnie w takim razie urządzić długie kanały, w których uniesiony tlenek cynku mógłby osiadać.

Wiadomą jest rzeczą, że wymiary każdego piecyka i szczegóły jego budowy muszą być zastosowane do warunków miejscowych i oznaczone na zasadzie doświadczeń i teoretycznych wiadomości. Podobnież i rezultaty osiągnięte w jednem miejscu nie są rękojmią dla drugiego zakładu, zależą one bowiem od składu chemicznego rudy, od gatunku materyału opałowego i innych okoliczności. Szczegółowe przytoczenie rezultatów otrzymanych przy zastosowaniu piecyków różnej budowy w różnych zakładach nie miałoby więc zadnego celu. Ograniczymy się tu tylko na rezultatach otrzymanych w Mariazellu w Styryi [1]), gdzie przy jednakowych warunkach ruda prażoną bywa w piecykach różnej budo-

---

[1]) Rittinger's Erfahrungen.

wy. I tak np. piecyk z szybem prostym cylindrycznym, podobny do piecyka przedstawionego na fig. 1 zawiera 800 ctrów rudy i wydaje dziennie 80—100 ctrów prażonej rudy, przyczem na jeden centnar wychodzi w przecięciu 0,32 st. kub. miału węglowego. Piecyk (fig. 3) wydaje na dobę 275 centnarów rudy prażonej, jeden zaś centnar wychodzi 0,32 st. kub. miału. Piecyk Wagnera ze ścianą zewnętrzną, składającą się z rusztów żelaznych, wydaje dziennie 70—100 ctrów rudy, przyczem wychodzi na centnar 0,35—0,45 stóp kub. miału węglowego. Na Uralu (Tunner Russland's Montan-Industrie) przy prażeniu rud magnetycznych w stosach, wychodzi 1 st. kub. drzewa na 1—2 ctrów rudy; w piecykach zaś wystarcza 1 st. kub. drzewa do $3^1/_2$—$4^1/_2$ ctrów tejże samej rudy.

Powiedzieliśmy wyżej, że jeżeli ruda zawiera znaczną ilość siarczyków metalicznych, to większa część siarki zostaje wprawdzie usuniętą jako kwas siarkowy, pozostaje jednak zawsze pewna część jako siarczan żelaza, który tylko przy bardzo wysokiej temperaturze może być rozłożony. Ponieważ dalszy ten rozkład nie zawsze jest łatwym do przeprowadzenia i ponieważ związki te są łatwo w wodzie rozpuszczalne, przeto dla oddzielenia ich poddają rudy innym czynnościom. Po wygracowaniu z piecyków w stanie jeszcze gorącym ruda polewa się niekiedy wodą, co jednakże rzadko kiedy jest wystarczającem. Dokładniejsze oswobodzenie rud z owych pozostałości siarki może nastąpić w razie, jeżeli rudy przez dłuższy przeciąg czasu pozostaną pod wodą. Urządzone są w tym celu w niektórych miejscowościach oddzielne zbiorniki. W Kladnie pod Pragą Czeską jest np. 10 zbiorników, każden po $70^1/_2$ stóp wied. dł., $48^1/_2$ st. szer. i 6 stóp głęb., ocementowanych i mogących objąć razem do 168000 ctrów rudy. Po napełnieniu rezerwoarów rudą prażoną, wpuszcza się do nich strumień wody w taki sposób, że gdy pierwszy rezerwoar zostanie napełniony, nadmiar wody przechodzi do drugiego, ztąd do trzeciego i t. d. przez wszystkie rezerwoary. Takie działanie wody trwa 6—8 tygodni. Surowe rudy w Kladnie zawierają 1,5—1,8% siarki, po wyprażeniu 0,5—06%, a po wypłókaniu 0,1%. Tym sposobem otrzymać można grubo ziarnisty szary surowiec; przy 0,2—0,25% siarki w rudach otrzymuje się już surowiznę połowiczną. Takież same rezultaty osiągnięte zostały w wielu innych miejscach.

Liczne próby płókania rud za pomocą wody nasyconej różnymi kwasami w celu usunięcia fosforu, nie doprowadziły jeszcze do zadawalniających rezultatów.

Chociaż płókanie rud jest mozolne i podnosi nieco koszt produkcyi, jednakże w pewnych razach powinno być wykonane i jest nawet koniecznie potrzebne, jeżeli ma się do czynienia z rudami zawierającemi wiele siarczyków, a pomimo to żądany jest surowiec szary i dobry, któryby wydał następnie żelazo na gorąco niełamliwe i dobrze się kuć dające.

Zauważyliśmy już, że rudy żelazne w skutek działania powietrza i wilgoci czyli zwietrzania, ulegają także pewnym zmianom. Skutki tych zmian są w wielu razach bardzo podobne do tych, jakie mają miejsce przy prażeniu otleniającem; działanie jest tu tylko o wiele słabsze i powolniejsze, dla tego też środek ten używa się tylko w niektórych wyjątkowych razach. Ponieważ rudy, które mają być odpowiednio przygotowane muszą być przez parę, a często przez kilkadziesiąt lat wystawione na zmienne działanie atmosfery, wynika ztąd, że zapasy rudy winny być bardzo znaczne, a zatem i kapitał obrotowy bardzo wysoki, dla tego też środek ten dzisiaj bardzo rzadko jest używany, a w każdym razie i dla naszych zakładów byłby nieodpowiedni.

Widzieliśmy także, jak wielki wpływ wywiera na rezultaty W. Pieców dokładne prażenie rudy; jeżeli zastanowimy się nadto nad własnościami surowca i żelaza posiadającego pewną ilość siarki, bo przekonamy się łatwo, że prażenie rud i odpowiednie ich przygotowanie powinno być zawsze przeprowadzone z jak największą starannością. Wiadomo bowiem, że chociaż bardzo mała ilość siarki może wydać surowiznę płynniejszą i mocniejszą (w tym nawet celu w Szwecyi np. używają umyślnie do odlewów, od których wymaganą jest wielka wytrzymałość, surowizny zawierającej do 0,1% siarki), większa jednak ilość jest szkodliwą. Zwęglanie bowiem żelaza w W. Piecu jest przez to utrudnione i otrzymuje się biała surowizna trudno płynna i prędko krzepnąca. Dobre gatunki styryjskich surowców nie mają nigdy więcej nad 0,02—0,04% siarki.

Bardzo mała część siarki wydaje już żelazo łamliwe na gorąco. Karsten przytacza doświadczenia robione z żelazem, które było na gorąco tak wrażliwe, że się wcale kuć nie da-

wało; żelazo to miało 0,033% siarki. Inne zaś żelazo, które zresztą było dobre i mocne a tylko przy kuciu rysowało się na kantach, posiadało 0,01% siarki. Widzimy więc o ile żelazo wrażliwe jest na najmniejszą domieszkę siarki, a mając przed oczyma ten wzgląd, jakoteż wymagania przemysłu krajowego, powinniśmy przedsiębrać wszelkie możliwe środki celem usunięcia szkodliwego wpływu tego pierwiastku.

O systemach kotłów parowych i o ich wyborze.

napisał

inż. mech. Adolf Święcicki.

(*Dalszy ciąg*).

VII.

Kotły z rurami płomiennemi czyli *kotły Fairbairna* (fig. 7 i 8 tabl. II) różnią się tem od poprzednio opisanych, że posiadają wewnątrz cylindra głównego jedną lub dwie rury płomienne, w których urządza się palenisko. Płomień i gazy powstałe ze spalenia przeprowadzają się ztąd przez całą długość rur płomiennych, po przejściu których gazy idą zwykle pod głównym kotłem a następnie po jego bokach. Ponieważ w skutek tego urządzenia, gazy płomienne zaraz na początku swej podróży objęte zostają ścianami rury ze wszystkich stron otoczonej wodą, mogłoby się przeto zdawać, że strata cieplika będzie bardzo niewielka. Liczne doświadczenia przekonały jednakże, że kotły tego rodzaju pod względem skuteczności stoją mało co wyżej od innych wielkocylindrowych kotłów. Przekonamy się poniżej przy opisie paleniska, że głównym warunkiem zupełnego spalenia gazów powstających z palenia, jest wysoka temperatura przestrzeni ogniowej, która wtedy tylko może mieć miejsce, kiedy temperatura ścian otaczających rzeczoną przestrzeń (np. mur) jest prawie taka sama. W kotłach Fairbairna przestrzeń ogniowa znajduje się w rurze z blachy żelaznej, otoczonej wodą, której taż blacha zaraz na wstępie swój cieplik oddaje, przez co znacznie się ostudza i przeszkadza zupełnemu spaleniu. Celem powiększenia dokładności

spalenia, należy urządzać jak najwyższą przestrzeń ogniową; pociągnie to wszakże za sobą powiększenie średnicy rury płomiennej i wywoła zarazem powiększenie średnicy głównego cylindra w skutek podniesienia wody w kotle na pewną określoną wysokość po nad rurą płomienną.

„Wszędzie więc [1]), gdzie kotły tego rodzaju mają działać przy słabem lub średniem ciśnieniu pary i gdzie w skutek tego średnica ich może być dosyć znaczną, — będą one dawały dobre rezultaty, albowiem dostateczna obszerność ich przestrzeni ogniowych umożebni należyte wywiązywanie się gazów płomiennych, a zarazem przeszkodzi zbyt wielkiemu oziębianiu ogniska.“

„Przeciwnie przy wysokiem ciśnieniu pary, w którym to wypadku zmniejszenie średnicy rury płomiennej jako konieczne następstwo ograniczenia średnicy zewnętrznego cylindra w obec małej wytrzymałości blachy — stanowi warunek zasadniczy, — spalenie nie może być dokładne, a wytworzenie pary skuteczne. Jako minimum średnicy rury płomiennej, najstosowniej podobno będzie przyjąć 60cm.“

Ponieważ obecnie potrzeba kotłów parowych o nizkiem ciśnieniu zmniejsza się coraz bardziej, niedogodności zaś pochodzące ze zbyt wielkiego oziębiania przestrzeni ogniowej w rurze lub w rurach płomiennych, stają się coraz dotykalniejsze, starano się przeto usunąć rzeczoną wadę kotłów Fairbairna, za pomocą urządzenia paleniska zewnątrz kotła, jak to pokazuje fig. 9 Tabl. II. Palenisko tego rodzaju, podzielone zwykle na dwie połowy z osobnemi drzwiami i oddzielnie paliwem zasilane, — rzeczywiście zapobiega złemu, lecz w razie użycia węgla kamiennego wyższych gatunków, sklepienie paleniska prędko się psuje.

Kilkudziesięcioletnia historya tych kotłów wykazuje z jednej strony ciągłe usiłowania utrzymania ich wziętości z uwagi na użyteczność tych przyrządów, z drugiej zaś strony — ciągłe utyskiwania na zbyt często powtarzające się wypadki zepsucia a nawet i rozsadzenia kotłów tego rodzaju. I dzisiaj jeszcze jest wielu przemysłowców, którzy za nic w świecie nie zgodziliby się na zaprowadzenie kotła tego systemu.

Teorya i ciągłe doświadczenia przekonały nareszcie, że kotły te mogą być równie trwałe i bezpieczne jak inne, pod warun-

---

[1]) Fallenstein Dampfkessel.

kiem wszakże zachowania prawideł, których początkowo nie mogli znać, ani sam wynalazca, ani też prawodawcy, którzy ze względu na bezpieczeństwo ogółu ujęli budowę kotłów parowych w ramki pewnych przepisów. Okazało się np., że wzory służące we Francyi i Niemczech do obliczania grubości rur płomiennych, dają rezultaty zbyt nizkie, w skutek czego rury ulegały częstym zmianom kształtu i stawały się przez to niebezpiecznemi. Nie zwrócono także uwagi na tę okoliczność, że wpływ długości na wytrzymałość rur podlegających ciśnieniu z zewnątrz, ma również wielkie znaczenie. Rura znajdująca się pod działaniem ciśnienia wewnętrznego choćby nawet była bardzo długą, nie straci swego kształtu pod wpływem ciśnienia w granicach wytrzymałości, może się tylko zgiąć pod ciężarem własnym lub np. wody w niej zawartej, gdy tymczasem przedłużenie rury podlegającej ciśnieniu zewnętrznemu, spowoduje powiększenie ramienia siły cisnącej, (uważając za jeden jego koniec punkt umocowania rury, a za drugi punkt obserwowany na rurze). Tym sposobem, czem rura jest dłuższą, przynajmniej poza pewnemi granicami, tem grubsze powinny być jej ściany. Prawodawstwa nie zwracały jednak dawniej na ten przedmiot należytej uwagi i później dopiero celem uniknięcia dalszej odpowiedzialności za nietrwałość kotłów parowych, przepisy niemieckie powierzyły wybór blachy na kotły rozwadze konstruktorów. Niezależnie od większej grubości blachy na rury płomienne, niż tego wymagały dotychczasowe przepisy, należy nadto wzmacniać rury w odstępach 4 do 5^{m} długości zewnętrznymi pierścieniami z kątowego żelaza (Winkeleisen).

Częste psucie się kotłów Fairbairna a ztąd i częste naprawiania objaśnić się dadzą w ten sposób:

Pierwszy ogień o najwyższej temperaturze idzie jak wiadomo najprzód przez rurę płomienną i dopiero oddawszy pewną część swego ciepłika przechodzi już nieco przygaszony i ostudzony na zewnątrz wielkiego cylindra. Rozciąganie zatem i kurczenie blach wielkiego cylindra i rury płomiennej mogą być różne. Rura płomienna rozciągając się szybko pod działaniem silnego ognia, stara się wypchnąć obydwa dna kotła, ponieważ jednak jest w tym swoim ruchu przez nie wstrzymywaną, przeto krzywi się i psuje. Przez częste powtarzanie się podobnych ruchów — na rurze płomiennej, a najczęściej jak to zauważono, na połączeniach arkuszy blaszanych lub rury z dnami, tworzą się bruzdy i dołki,

wskutek czego pęka albo jedno z den kotła, albo sama rura. Już nawet Fairbairn zauważył ujemny wpływ niejednakowego rozciągania i kurczenia blach składających kocioł jego systemu i zapobiegł mu przez urządzenie kompensacyi w pewnych odstępach na rurze. Kto miał sposobność na niedawnej Wystawie Wiedeńskiej oglądania kotła, wystawionego przez Fabrykę Wagonów, Maszyn i Stali w Grazu, oraz rysunek tegoż kotła, mógł łatwo przekonać się, że kompensacya za pomocą walcowanych półokrągłych pierścieni, daje się uskutecznić bez wielkich trudności.

Inna jeszcze niedogodność kotłów tego tystemu, a mianowicie trudność czyszczenia, zwalczoną została w ostatnich czasach za pomocą urządzenia, które pozwala na wyjęcie rury lub systemu rur w czasie czyszczenia kotła.

Niemożebną zaś do poprawienia wadą tych kotłów będzie w każdym razie nieracyonalne przeprowadzenie gazów, które zamiast spotykania najprzód najgrubszej powierzchni ogrzewalnej, a później coraz cieńszej, idą drogą zupełnie przeciwną. Tym sposobem na skuteczność bardzo grubościennej powierzchni ogrzewalnej głównego cylindra, nie można wiele liczyć. Urządzenie zaś paleniska pod głównym cylindrem i przeprowadzenie pod nim pierwszego płomienia jest znowu z tego względu niemożebne, że na samym dole kotła zbiera się szlam i najobficiej tworzy się kamień kotłowy.

Przy obliczaniu wymiaru tych kotłów, trzeba mieć koniecznie na uwadze niektóre praktyczne względy. I tak np. blacha wielkiego cylindra nie powinna być zbyt grubą, a średnica rury lub rur płomiennych zbyt małą; między rurami płomiennemi jako też między temiż rurami a ścianami kotła powinno być dosyć miejsca, aby robotnik znajdujący się w kotle mógł swobodnie działać między niemi ręką. Konstruktor obiera przedewszystkiem według swego uznania grubość blachy na rurę lub rury płomienne, zwykle 6 do 8mm; następnie oblicza na zasadzie grubości średnicę rury, poczem ustawia rury na rysunku takim sposobem ażeby zadosyćuczynić warunkom dogodnego czyszczenia. Po wyszukaniu zaś średnicy głównego cylindra, oblicza na zasadzie średnicy grubość blach, pamiętając przytem, że maximum tej grubości wynosi 13mm. Kotły Fairbairna zaliczyć można do kotłów wielkocylindrowych, wytwarzających parę powoli, ze średnią objętością wody; powierzchnia ogrzewalna tych kotłów uważana zbiorowo nie jest bardzo skuteczną. W każdym razie 1 kgr. węgla spalo-

ny w kotle Fairbairna wytworzy więcej pary, niż 1 kgr. węgla spalony pod kotłami poprzednich systemów. Kotły Fairbairna z paleniskiem zewnętrznem są najskuteczniejsze: 1 funt węgla wyparuje z pewnością przynajmniej 8 funtów pary, co stanowi wcale dobry rezultat jak na kocioł wielkocylindrowy.

VIII.

Kotły systemów mięszanych. Dotąd ocenialiśmy tylko systemy kotłów wyłącznie wielkocylindrowych, o powierzchniach ogrzewalnych grubościennych stycznych zewnętrznych i wewnętrznych. Kotły te długi czas odpowiadały potrzebom większego przemysłu, chociaż w wielu razach czuć się dawała ich niedogodność. Przemysł zaś drobny aż do niedawnych czasów nie odwoływał się wcale do pomocy pary. Gdy jednakże coraz większe rozpowszechnienie żeglugi parowej, a następnie kolei żelaznych, zmusiło konstruktorów parostatków i parowozów do udoskonalenia kotłów parowych systemów rurkowych, powzięto zarazem myśl zastosowania tej konstrukcyi do kotłów lokomobilowych a następnie i do kotłów większego przemysłu; za największą zaś rozkrzewicielkę tego pomysłu należy uważać Wystawę Powszechną 1851 r. w Londynie. Ztąd powstały różne mięszane systemy kotłów, t. j. systemy wielkocylindrowe w połączeniu z rurkowymi. Kotły systemów rurkowych w ogóle, a szczególniej kotły z rurkami ogrzewalnemi, bardzo są obiecujące pod względem ekonomicznym. Cieplik gazów płomiennych daje się wyzyskać w bardzo korzystny sposób na niewielkiej stosunkowo przestrzeni. Szybkie zaś powstawanie pęcherzyków pary w skutek działania ognia na cienkościenną powierzchnię ogrzewalną rurek, wywołuje energiczną cyrkulacyą w całej masie wody i daleko szybciej i z mniejszą stratą paliwa doprowadza ją do wrzenia, niż to ma miejsce w kotłach wielkocylindrowych. Przytoczone tu korzyści są aż nadto przekonywające dla konstruktorów i fabrykantów kotłów parowych; one to stanowią główną sprężynę ciągłych mniej lub więcej szczęśliwych usiłowań, skierowanych do zbudowania takiego rurkowego kotła, w którym wszystkie wady, tak jeszcze dzisiaj dyskredytujące kotły tego rodzaju mogłyby być usunięte lub przynajmniej sprowadzone do minimum. Prawdy słów naszych dowodzi ostatnia Wystawa Wiedeńska w 1873 r.: w licznym szeregu wystawionych tamże kotłów zaledwie kilka należało do

systemów ściśle wielkocylindrowych, wszystkie zaś inne kotły uwydatniały staranie praktycznego ulepszenia systemów mięszanych lub rurkowych. Znaczna liczba takich ulepszonych systemów jest już obecnie rozpowszechnioną w świecie przemysłowym. Nie mogąc jednakże zatrzymywać się nad każdym systemem z osobna, przyjmiemy za podstawę dalszego opisu kotły więcej znane lub takie, które mogliśmy widzieć i ocenić na Wystawie 1873 r. w Wiedniu, przyczem posiłkować się będziemy w niektórych razach zdaniem innych sprawozdawców wypowiedzianem w różnych zagranicznych czasopismach technicznych. Kotły systemów mięszanych stanowią przejście od kotłów o dużej objętości wody, do kotłów o małej objętości wody, a zatem zajmują pod tym względem miejsce pośrednie.

Jednym z lepszych kotłów systemu mięszanego jest od kilku już lat znany kocioł *W. L. J. Galloway'a i Syna z Manchesteru*. Rysunki tu załączone (fig. 6 i 7) dają dostateczne wyobrażenie o budowie tych kotłów. Jestto jak widzimy, kocioł z rurą lub z rurami płomiennemi, w które powstawiane są rurki ogrzewalne mniejsze, nazwane rurkami Galloway'a. Rurki te są koniczne, z blachy żelaznej, szwejsowane, z dwoma zabrzeżkami (flanszami). Średnica dolnej flanszy jest nieco mniejsza od średnicy rury na wysokości górnej flanszy, w skutek czego rury mogą być wstawione w przeznaczone dla nich miejsca z góry i później przynitowane: dolna flansza wewnątrz a górna zewnąrz rury płomiennej. Wynalazca wstawia swoje rurki albo w pojedynczą rurę płomienną o przecięciu okrągłem lub eliptycznem, znajdującą się w kotle o większej średnicy, albo w dwie rury płomienne kotła. Kierunek tych rur bywa albo prostopadły, albo ukośnie skrzyżowany. Eliptyczne przecięcie rury płomiennej, w innych razach niepraktyczne, — w kotłach Galloway'a wzmocnione na sztorc przez przynitowane rury, nie przedstawia żadnego niebezpieczeństwa. Po wyjściu z paleniska, podzielonego zwykle na dwie połowy i umieszczonego w rurach płomiennych, gazy płomienne spotykają w rurach płomiennych wyborną powierzchnię ogrzewalną rurek Galloway'a, uderzają o nią w kierunku prostopadłym i zagotowują otaczającą je wodę. Tym sposobem rurki ogrzewają się bardzo szybko; otaczająca je woda uwydatnia wkrótce energiczne krążenie. Liczba tych rurek jest wprawdzie niewielka, nie mogą one przeto przedstawiać znacznej powierzchni ogrzewalnej; ponieważ jednak wywołują silną cyrkulacyą, — wyzyskują w najlepszy sposób

cieplik gazów płomiennych ponieważ i budowa kotła nie jest zbyt skomplikowaną, przeto kotły te można w każdym razie postawić w rzędzie kotłów praktycznych i bardzo skutecznych. Tym sposobem łatwo tłómaczy się szybkie rozpowszechnienie tego systemu, w szczególności zaś w Anglii. Wystawca zapewniał, że obecnie jest już w działaniu około 3,500 kotłów tego systemu, a nadto około 140,000 konicznych rurek, które wyrabia i sprzedaje na żądanie osobno bez kotłów.

Wady tych kotłów dadzą się streścić jak następuje. Nie są one dogodne do czyszczenia, powinny więc być używane tylko tam, gdzie woda zasilająca jest czysta, lub też powinny być zasilane wodą oczyszczoną, co obecnie zdarza się już dosyć często. Z drugiej strony przeprowadzenie gazów płomiennych tak jest urządzone, że gazy te dopiero po przejściu rur płomiennych i ogrzaniu rurek ogrzewalnych, a zatem już w znacznie ostudzonym stanie, skierowane są na boki zewnętrzne wielkiego cylindra t. j. na powierzchnię ogrzewalną grubościenną. Tym sposobem w razie większej długości kotła zdarzyć się może, że gazy płomienne pod koniec swej drogi nie będą już ogrzewały kotła, lecz przeciwnie same przez kocioł ogrzewane będą.

Kotły tego systemu, z małemi zaledwie odmianami, zaczęli także wyrabiać i inni fabrykanci. Żaden z nich wszakże systemu nie ulepszył; raczej przeciwnie. Adamson i Sp. w Manchesterze przyswejsowują rurki Galloway'a do rur płomiennych, przez co niepotrzebnie robią kocioł droższym i trudnym do wykonania; — Bracia zaś Sulzerowie z Winterthuru w Szwajcaryi tak całą tę budowę skomplikowali, że chyba tylko jakieś niezwyczajne powody mogłyby skłonić nabywcę do kupienia tak kosztownego przyrządu.

Dosyć obiecującą odmianę systemu Fairbairna w połączeniu z systemem rurek płomiennych, przedstawia kocioł wystawiony w 1873 r. w Wiedniu przez fabrykę maszyn Dinglera w Zweibrückenie. Krótki opis tego kotła podajemy tu głównie dla tego, że tylko on jeden zbudowany był na 10 atmosfer. Kocioł ten, który wprawiał właśnie w ruch ową ogólnie podziwianą Dinglerowską maszynę parową, może nam także posłużyć do wykazania tych przymiotów, które konstruktorzy kotłów parowych pragnęliby nadać swoim kotłom. Usiłowania te, chociaż częstokroć zupełnie nieudatne a nawet nieodpowiednie celowi, są jednakże pożądane dla wyświetlenia warunków dobroci kotła.

Ogólny układ kotła przedstawiają w łatwy do pojęcia sposób fig. 8 i 9 tab. III. Kocioł składa się z cylindra większego z rurą płomienną i rurkami płomiennemi, dalej z ogrzewacza połączonego z głównym cylindrem dwoma sztucerami. Ponad kotłem znajduje się jeszcze 6 rur służących do wygrzewania wody zasilającej. Gazy płomienne powstałe ze spalenia na wewnętrznem palenisku, przechodzą przez część rury płomiennej większej i następnie przez 31 rur płomiennych cienkich. Po pewnem już ostudzeniu pary przechodzą na boki zewnętrzne cylindra większego, następnie pomiędzy cylinder większy i ogrzewacz, sięgając prawie linii poziomu wody w ogrzewaczu i nakoniec wznoszą się po nad przestrzeń parową ogrzewacza i otaczają zarazem 6 rur z zasilającą wodą, poczem dopiero podążają do kanału kominowego. Tym sposobem cieplik gazów płomiennych, które na drodze swojej natrafiają na cienkie rurki płomienne i aż 5 razy celem otoczenia różnych powierzchni ogrzewalnych załamywać się muszą,— wyzyskany jest wybornie. Kocioł ten posiada znaczną objętość wody i jest łatwy do czyszczenia, ponieważ naprzeciwko każdego kanału urządzone są drzwiczki. W razie gdyby zaszła potrzeba czyszczenia rurek płomiennych, cały system tych rurek może być wyjęty. W ogrzewaczu urządzone jest w miejscu największego zbierania się szlamu — koryto, w którem szlam osiada i tym sposobem nie zanieczyszcza powierzchni ogrzewalnej. Pod cylindrem dolnym, na tym końcu gdzie jest palenisko, przynitowany jest także sztucerowy zbiornik na szlam. Zasada przeciwprądu jest dosyć ściśle przeprowadzoną, uzbrojenie zaś kotła bardzo racyonalnie rozstawione.

Zdawałoby się że kocioł, w którym wszystko tak dobrze zdaje się być obmyślonem i ustawionem, powinien być bez zarzutu; tak jednakże nie jest, gdyż i w tym przypadku zaznaczyć można dosyć ważne ujemne strony. I tak np. gazy płomienne pierwszym niemal ogniem uderzają o najcieńszą w całym kotle powierzchnię ogrzewalną rurek płomiennych i dopiero ostygnąwszy nieco spotykają najgrubszą i w ogóle bardzo grubą powierzchnię ogrzewalną. Grubość blachy dolnego cylindra przy 98^{cm} średnicy wynosi z powodu wysokiego ciśnienia 15^{mm}; przy takiem urządzeniu rurki płomienne niszczą się bardzo prędko pod działaniem silnego ognia, grubościenna zaś powierzchnia ogrzewalna dolnego cylindra pod działaniem gazów nieco zimniejszych skuteczną być nie może. Odwrotny porządek początkowego przeprowadzenia gazów byłby

racyonalniejszy. Jako drugi ważny błąd uważać należy ustawienie wygrzewaczów z zasilającą wodą w czeluści napełnionej ostatnimi gazami. Blacha tych wygrzewaczów ulegać będzie szybkiemu rdzewieniu z powodów wykazanych w ustępie VII przy opisie zasad przeciwprądu, co wpłynie nader ujemnie na trwałość przyrządu i usunięcie przerw w działaniu. Za daleko odpowiedniejsze uważamy: ustawione oddzielnie od kotła ogrzewacze, w których woda ogrzewa się zużytą parą, lub też coraz więcej w użycie wchodzące tak zwane ekonomizery.

Daleko racyonalniej przedstawia się urządzenie kotła systemu *A. Kux'a* wyrabianego przez Fabrykę Maszyn Tow. Akc. w Pradze. Jestto (fig. 10 i 11 tab. III), kocioł z dwiema rurami płomiennemi, połączony z systemem rurek ogrzewalnych i z ogrzewaczem. Po przejściu całej długości rur płomiennych, jak to się zwykle dzieje w kotłach Fairbairn'a, gazy płomienne trafiają prostopadle lub skośnie na cienką powierzchnię ogrzewalną rurek ogrzewalnych; ztamtąd idą na boki zewnętrzne głównego cylindra a później wzdłuż ogrzewacza otaczając dokoła jego cylinder o małej stosunkowo średnicy i zbity z cieńszej blachy. Wyzyskanie cieplika gazów i uporządkowanie powierzchni ogrzewalnych jest tu daleko racyonalniejsze, chociaż wzorowem jeszcze nazwane być nie może. Szlam zbiera się w dogodnem do czyszczenia i ostatnie gazy przyjmującem miejscu, t. j. w ogrzewaczu. Powierzchnia ogrzewalna rurek ogrzewalnych, pod skośnem zwłaszcza działaniem gazów jest lepszą od podobnej powierzchni rurek płomiennych. Wewnętrzne czyszczenie kotła i czeluści jest również łatwiejsze, niż w poprzedniej konstrukcyi.

IX.

Do kotłów więcej oryginalnej budowy nie wzorującej się na systemie Fairbairna należą:

Kocioł systemu Dupuis (fig. 12 i 13 tab. IV) który składa się ze zwyczajnego cylindra leżącego, połączonego z drugim pionowym cylindrem o większej średnicy. W dnach tego ostatniego umocowane są 4 wiązki rurek płomiennych także pionowych. Pomiędzy wiązkami rurek, które jako pionowe mało się zanieczyszczają szlamem i sadzą, porobione są odstępy dla łatwiejszego ich czyszczenia, jak to pokazuje fig. 13. Palenisko urządzone jest pod cylindrem poziomym, zkąd gazy płomienne przeszedłszy pod całym

cylindrem opuszczają się pod cylinder pionowy, przechodzą rurki płomienne z dołu do góry i podążają następnie do kanału kominowego.

Myśl zasadnicza tego urządzenia jest bardzo szczęśliwa: wykonanie kotła nie jest trudne, czyszczenie zewnętrzne łatwe, uporządkowanie powierzchni ogrzewalnej racyonalne. Znaczna objętość wody rokuje temu kotłowi obszerne zastosowanie i jeśli rzeczywiście czyszczenie rurek i dna dolnego w pionowym cylindrze jest tak łatwem jak firma zapewnia, to kocioł ten zaliczyćby należało do lepszych. Łatwość jednakże czyszczenia podać musimy w wątpliwość, gdyż większa część szlamu zbierać się będzie na dnie dolnem cylindra większego, gdzie są umocowane rurki i choćby odstępy między ich wiązkami były znaczne, to w każdym razie ruchy robotnika zajętego czyszczeniem będą bardzo utrudnione. Niedogodność tego rodzaju dałaby się może usunąć, gdyby cały przyrząd rurkowy mógł być wyjmowany.

Kocioł systemu Pauksch'a i Freund'a z Landsbergu. Z broszurki wydanej przez firmę okazuje się, że kotły te począwszy od roku 1869 coraz więcej rozpowszechniają się nawet w naszym kraju. W broszurce tej wykazane są cechy i zalety tych kotłów, a zarazem przytoczone w znacznej liczbie listy nabywców, potwierdzające prawdziwą ich użyteczność i dobroć. Co do nas, słyszeliśmy różne o nich zdania. Jedni twierdzą, że trzeba tylko umieć obchodzić się z tym kotłem, a praktyczność jego stanie się widoczną. Inni znowu twierdzą, że kotły te nie wykazują obiecywanej skuteczności i że się często psują, że miejsca umocowania rurek trudno w szczelności utrzymać, a znamy przypadek gdzie już po paru latach użycia kotła, dno jego pękło widocznie w skutek zbyt wielkiego osłabienia przez wybicie otworów dla rurek. Posiadając wszakże za mało doświadczalnych danych do wyrzeczenia stanowczego zdania w tej kwestyi, ocenimy ten system podług ogólnych zasad. Fig. 14 i 15 dostatecznie objaśniają cały skład kotła, złożonego z wielkiego cylindra i małych płomiennych rurek. Gazy przechodzą najprzód pod cylindrem, później przez rurki, a następnie na zewnętrzne boki cylindra i do komina. Rury umocowane są tak, że pomiędzy dwiema ich wiązkami jest znaczny przedział dozwalający czyszczącemu robotnikowi swą czynność znośnie odbywać. Umocowanie rurek uskutecznione jest podług metody Bernsdorfa, dosyć często stosowanej do umocowania rur w kotłach lokomobil a polegającej na tem, że rury

żelażne obtoczone są na obu końcach stożkowato w jednym kierunku, przyczem stożek jednego końca, jest mniejszy od stożka drugiego końca i nie umocowują się przez sztamowanie, a po prostu przez wtłaczanie z jednej strony, co ułatwia wyjmowanie rury w razie potrzeby. Obszerność powierzchni ogrzewalnej i podniesioną przez wstawienie znacznej liczby rurek jej skuteczność należy uważać za zalety kotła. Wady zaś są następujące: Ogień idąc pod kotłem działa na miejsca najbardziej szlamem pokryte, co mogłoby być dopuszczone ze względu na dokładne czyszczenie tylko w cylindrach pojedynczyoh, nie zaś przetkniętych rurkami. Przeszedłszy wzdłuż całego podkotla gazy płomienne skierowane są do rurek płomiennych, po przejściu których znacznie już ostudzone, przechodzą na powierzchnię ogrzewalną grubościenną; zdarzyć się więc może, że nie gazy kocioł, lecz kocioł gazy grzać będzie. Że mamy w tym razie słuszność, dowodzi próba odbyta z tym kotłem przez inżynierów cywilnych Schwahitza i Sergera w Berlinie, która wykazała, że skuteczność kotła jest zadawalniająca, ponieważ 1 kil. węgla wyparował 8,15 kil. pary; 1 zaś □m powierzchni ogrzewalnej wydał tylko 20,24 kil. pary, gdy tymczasem zwyczajne wielkocylindrowe kotły dają w tym względzie lepsze rezultaty. Gdyby kanałów bocznych wcale nie robiono, bo naszem zdaniem są one niepotrzebne, zmniejszyłaby się wprawdzie powierzchnia ogrzewalna, ale skuteczność □m powierzchni ogrzewalnej podniosłaby się znacznie. Zarzuty nieszczelności w miejscach umocowań rurek tłómaczą się albo niestarannem wykonaniem albo też znaczną długością rurek, które pod działaniem ognia rozciągają się niejednakowo z całym kotłem i mogą spowodować obluzowanie uszczelnień. Kotły podobne do tego systemu wyrabia także wielu innych fabrykantów.

Kocioł systemu Bergmana z Hattingenu fig. 15 i 16, tabl. IV składa się z dwóch pionowo ustawionych cylindrów z blachy stalowej bessemerowskiej. Cylinder górny ma większą średnicę niż dolny i połączony jest z dolnym za pomocą blachy stosownie wygiętej. W blasze tej dokoła cylindra mniejszego umocowaną jest pewna liczba rurek Fieldowskich, ułożonych w jeden lub dwa szeregi; o rurkach tych mówić będziemy poniżej. Całe dno kotła, gdzie właśnie zbiera się prawie wszystek szlam, oparte jest o mur i wolne od ognia; tuż po nad dnem z boku cylindra przymocowany jest sztucer z łazem, dla dogodnego czyszczenia dna i wnętrza kotła. Z powodu pionowego ustawienia ścian kotła są one zwykle przez

długi czas wolne od sadzy i od kamienia. Palenisko znajduje się zewnątrz kotła w oddzielnej kotlinie pod murowanem sklepieniem. Gazy płomienne idą ztąd w górę spiralnie dokoła cylindra mniejszego uderzając skośnie o wyborną powierzchnię ogrzewalną rurek Fieldowskich; następnie zaś okrążywszy pewną część większego cylindra wchodzą do kanału kominowego. Kocioł zajmuje mało miejsca i według doświadczeń robionych z nim w Bochumie w hucie stalowej Daelen'a Schreibera et Comp., 1 kil. węgla może wyparować 10,6 kil. pary. Skuteczność więc kotła jest wcale dobrą. Na godzinę i na metr □ wypadło 23,5 kil. pary; cyfra ta nie jest wielką, gdyż niepotrzebnie do powierzchni ogrzewalnej doliczano część cylindra większego otoczoną ostatnimi gazami. Pokazuje się więc, że kocioł ten, tak co do urządzenia jak i ze względów ekonomicznych, wcale dobrze się przedstawia. Dobrze obmyślony układ, racyonalne uporządkowanie powierzchni ogrzewalnej, łatwość czyszczenia, oraz szczupłość zajmowanego miejsca, rokują temu systemowi pomyślną przyszłość. To tylko jedno zarzuciłby mu można, że przy użyciu węgli kamiennych lepszych gatunków sklepienie nad paleniskiem będzie się prędko przepalać, chociaż i ta wada może być usuniętą przez dodanie nad samem paleniskiem ogrzewacza umieszczonego z boku kotła.

Pomijając inne urządzenia mięszanych systemów, podobne do wyżej opisanych, lub na tychże samych zasadach zbudowane,— nadmieniamy jeszcze, że na Wystawie Wiedeńskiej ogólną uwagę zwrócił na siebie kocioł systemu Mayen'a wystawiony przez zakłady „Carlshütte" pod Rendsburgiem. Konstrukcya tego kotła jest bardzo starannie obmyśloną i nie pozostawia nic do życzenia pod względem ekonomicznym. Skombinowano tu system rurek ogrzewalnych z płomiennemi, nadając im kształt karbowany, celem powiększenia ich wrażliwości na działanie gazów płomiennych. Kocioł ten jest stojący, zajmuje bardzo mało miejsca i zawiera małą objętość wody; wykonanie było wzorowe. Nie przytaczamy jednakże ani szczegółowego opisu, który zająłby dosyć miejsca, ani rysunków, gdyż uważamy ten kocioł za zbyt skomplikowany i drogi, aby mógł w dotychczasowej formie wyrobić sobie większe rozpowszechnienie. (*D. n.*).

INŻYNIERYA CYWILNA

W STANACH ZJEDNOCZONYCH AMERYKI PÓŁNOCNEJ.

WYCIĄGI ZE SPRAWOZDANIA

Emila Malézieux

Profesora Szkoły Dróg i Mostów w Paryżu [1]),

wybrane i przełożone przez F. K.

(*Dalszy ciąg*).

§ 6. *Szczegóły specyalne odnoszące się do trzech mostów w budowie.*

I. Most w Omaha.

Składa się z 11 przęseł, po 76,25 m. otworu [1]).

II. Most w Saint-Louis.

Most budowany na Missisipi w Saint Louis, zasługuje na szczególniejszą uwagę, tak co do wierzchniej budowy, jak i ze względu na zakładanie fundamentów. Gdyśmy zwiedzali roboty we Wrześniu 1870 r. fundamenty były ukończone pod przyczółkiem wschodnim, dość już posunięte pod obydwoma filarami i nie zaczęte jeszcze pod przyczółkiem zachodnim. Co do metalicznej budowy wierzchniej, projekt sporządzony w 1868 r. uległ właśnie różnym zmianom; rysunki wykonawcze oddane zostały przedsiębiercom 1 Lipca i spodziewano się, że jeżeli przy budowie przyczółków i filarów nie zajdzie żadne opóźnienie, most może być ukończony przed rokiem 1872.

---

[1]) Nieprzedstawia zresztą szczegółów bardziej zasługujących na uwagę. (*Przyp. tłóm.*)

Roboty te, których koszt ogólny oceniono na 25 milionów franków (licząc w to koszt dwóch wiaduków po obu stronach mostu i $2^1/_2$ miliona kosztów zakupu gruntów), wykonywa specyalna kompania: „Illinois and Saint Louis Bridge Company.” Następujące wiadomości zawdzięczamy jej inżynierowi głównemu kapitanowi Jak. Eads'owi i jego pomocnikowi półkownikowi Henryk. Flad'owi.

Wielkie miasto Saint Louis zbudowane jest na prawym (wschodnim) brzegu Mississipi w odległości 20 kilometrów (licząc w dół rzeki) od ujścia Missuri. Dwie rzeki płyną tam jeszcze jedna obok drugiej, nie mięszając się na pozór, żółtawe wody Missuri po prawej, a czysty prąd Mississipi po lewej stronie koryta. Koryto to przedstawia pod Saint-Louis zwężenie, znacznie zwiększające szybkość prądu i uruchomiające przez to piasek dna; podczas gdy Missuri pod Omahą ma przeszło 900 metrów, dwie rzeki połączone mają pod Saint-Louis tylko 500 m. szerokości na poziomie wód zwyczajnych, to jest na 8 m. pod wysokiemi, a 4 nad najniższemi wodami.

W lecie dno rzeki złożone z drobnego ziemistego piasku leży na głębokości 5 metrów. Pod tym piaskiem znajduje się skała na głębokości, która odniesiona do najniższego i najwyższego poziomu wody wynosi:

	Pod najniższą wodą	Pod najwyższą wodą
Pod przyczółkiem zachodnim. . .	3,97 metr.	16,78 metr.
Pod filarem wschodnim	26,23 „	39,04 „
Pod przyczółkiem wschodnim . .	28,67 „	41,68 „

Podmywania, kry i uderzenia statków albo wielkich drzew wyrwanych na brzegach i unoszonych przez rzekę, są tutaj bardziej niebezpieczne, niż w Omaha. Przy zakładaniu fundamentów należało się spodziewać wielkich trudności. Liczbę filarów pośrodku rzeki zredukowano do dwóch.

A. Budowa wierzchnia.

Most, 16 metr. szeroki, mieć będzie dwa pokłady umieszczone jeden nad drugim w odległości 8 metr. Na pokładzie górnym, wzniesionym blizko na 30 metrów nad zwykły poziom wód, urządzoną będzie droga zwyczajna z dwoma chodnikami po bokach; na pokładzie dolnym położone zostaną dwie linie szyn między

któremi zostanie jeszcze wolne przejście 3 metry szerokie. Dwa te pokłady spoczywać będą na słupach metalicznych, unoszonych przez cztery łuki stalowe.

Otwór łuków będzie: 158m,60 dla przęsła środkowego i 150m,60 dla każdego z dwóch przęseł bocznych. Pierwsze mieć będą blizko 15 m., drugie 13 m. strzałki; spadek 0,015 wystarczy do połączenia drogi z brzegami. Koleje mieć będą także dwa spadki w strony przeciwne. Pokład mostu unoszący na sobie te koleje dotyka wewnętrznie spodniej części łuku środkowego, ażeby zaś nie przecinał łuków bocznych, początki tych łuków na przyczółkach umieszczone będą o 0m,45 niżej, niż początki tychże samych łuków na filarach; inżynierowie spodziewają się, że ta różnica poziomów harmonizować będzie z ogólną krzywizną mostu.

Każde przęsło składać się będzie z czterech łuków. Wysokość całkowita każdego łuku wymiesie 4m,11, ale każdy łuk utworzony będzie z dwóch rur, o średnicy zewnętrznej 0m,45, utrzymanych jedna od drugiej w odległości 3m,66 między osiami. (W projekcie pierwotnym, w miejsce jednej rury 0m,45, proponowano dwie po 0m,22). Rury będą stalowe, a sztuki łączące je między sobą—żelazne.

Każda z tych krzywolinijnych rur utworzona jest z części pojedyńczych 3m,60 długich i połączonych mufami. Rura wyższa ma 43 rura niższa 45 takich części,. Każda z części ma na na obu końcach na powierzchni zewnętrznej narznięcie śrubowe; mufa odgrywa rolę mutry (zaśruboka). Mocna walcowa zawiasa, przechodzi przez środek każdej mufy w kierunku poziomym prostopadłym do elewacyi mostu; na tych zawiasach umocowane są, z możnością wszakże dokonywania małych oscylacyj, wielkie pionowe kolumny unoszące podwójny pokład mostu.

Uważane na swem przecięciu poprzecznem rury, utworzone są z sześciu odcinków ze stali laminowanej, mających 3m,96 długości całkowitej, 0m,24 szerokości i od 38 do 62 milimetrów grubości. Odcinki te połączone są, naprzód za pomocą powłoki stalowej 6mm grubej, a następnie za pomocą dużych śrub przechodzących przez rurę, w poprzek i na wylot; jedne rury są pionowe, inne zaś odchylone pod kątem 45° od pionu w stronę prawą lub lewą.

Całkowita dostawa stali wynosić będzie około 2500 tonn, z której to ilości blizko $^4/_5$ pójdzie na rury [1]).

B. Fundamenty.

Filar wschodni. Filar ten postanowiono założyć na skrzyni opuszczonej za pomocą ścieśnionego powietrza aż do głębokości 31ᵐ pod poziom wód zwyczajnych. Głębokość ta, której niedały dotąd przyładuk zastosowania metody fundamentów o ścieśnionem powietrzu, mogła się jeszcze powiększyć skutkiem przypadkowych wezbrań rzeki.

Skrzynię zrobiono z blachy żelaznej i nadano jej kształt sześciokątny. Ma ona 25^m długości od kąta przedniego do tylnego i 18^m szerokości między dwoma dłuższymi bokami sześciokąta, które mają każdy po 16^m długości. Boki pozostałe mają po $10^m,5$ długości. Sufit utworzony jest z piętnastu belek żelaznych ze ścianą pionową pełną, mających $1^m,52$ wysokości i ułożonych prostopadle do rzeki. Do tych belek przymocowują nitami blachę żelazną zamykającą wierzch skrzyni. Sufit ten wzmocniony jest nietylko pionowemi konsolami łączącemi go ze ścianami skrzyni na całym obwodzie sześciokąta, ale nadto dwiema podłużnemi ścianami z drzewa, dzielącemi izbę roboczą (chambre de travail) na trzy przedziały, mające każdy około 6 m. szerokości; ściany te utworzone są z belek $0^m,30$ na $0^m,30$ kładzionych jedna na drugiej przez całą wysokość tej izby ($2^m,75$); w każdej z tych ścian urządzono drzwi, aby robotnicy przechodzić mogli z jednego przedziału do drugiego.

W suficie zostawiono siedm otworów okrągłych, a po nad każdym wznosiła się studnia wśród pokrywającego skrzynię muru i to w miarę jak mur się podnosił a skrzynia opuszczała. Jedna z tych studni umieszczoną była w pośrodku filaru, a sześć pozostałych odległych o 6^m jedna od drugiej uszykowano: trzy z przodu, trzy z tyłu studni środkowej. Ta ostatnia miała $3^m,05$

---

[1]) P. Malézieux opisuje w dalszym ciągu trudności fabrykacyi sztuk stalowych wchodzących w skład wierzchniej budowy mostu. Dopiero po przyjęciu stali chromowej, próby wydały pomyślne rezultaty. Sztuki żelazne łączące ze sobą dwie rury każdego łuku, a mające przy próbach wytrzymywać natężenie 42 kgr. na kwadr. mm., nie wytrzymywały nad 38 kgr., ale przedsiębiercy spodziewali się przez ulepszenie fabrykacyi dojść do zadośćuczynienia warunkom kontraktu. (*Przyp. tłum.*)

średnicy i wewnątrz niej urządzone były schody kręcone. Pozostałe studnie miały tylko 1m, 45 średnicy i zaopatrzone były w drabiny żelazne.

Każda z siedmiu studni zaopatrzona była w śluzę powietrzną. Ale zamiast umieszczania śluzy u góry studni, umieszczono ją u spodu w ten sposób, że zajmowała grubość sufitu skrzyni, wznosiła się trochę nad ten sufit i schodziła niżej do przestrzeni roboczej. Tym sposobem była ona unieruchomioną; nietrzeba jej już było rozbierać i składać za każdem opuszczeniem skrzyni na 4 lub 5 metrów; można więc było uczynić ją większą, a przystęp do niej dogodniejszym. W końcu zmniejszono tym sposobem przestrzeń, w której powietrze miało być ściskane i zamieniono całą wyższą część przyrządu na zwykły komin. To unieruchomienie śluzy powietrznej u spodu studzien, stanowi ważne ulepszenie.

Tylko studnia środkowa służyła dla robotników. Inne mogły być obracane na ten cel w razie potrzeby, ale głównie przeznaczone były do wyciągania zbierki; do każdej z tych studzien zstępowała rura *pompy piaskowej*. P. Eads nazwał tem mianem mały przyrząd, którego ogólne urządzenie jest następujące: woda ze zbiornika umieszczonego w górze, przeprowadzona rurą mającą blizko 8 centymetrów średnicy, schodzi na 0m, 30 lub 0m, 40 pod spodni brzeg skrzyni i przechodzi przez wązki otwór pierścieniowego kształtu do drugiej rury pionowej, w której podnosi się w górę. Pod tą drugą rurą i w jej przedłużeniu znajduje się trzecia rura, która z jednej strony górnym swym końcem wchodzi w rozszerzony spód drugiej rury, samym środkiem wtryskującej w nią żyły wodnej, a z drugiej strony spodnim swym końcem zanurza się w piasku drobnym i miałkim, który gromadzą w około niej kupami robotnicy. W skutku działania podobnego do tego, jakie ma miejsce w smoczku Giffarda, pędzący w górę prąd wody pociąga piasek i unosi go ze sobą aż po za górny otwór drugiej rury. Od czasu budowy mostu pod Kehlem umiano już wydobywać zbierkę z pod skrzyń o ścieśnionem powietrzu bez przeprowadzania jej przez śluzy powietrzne: łańcuch bez końca ze skrzynkami, działający w studni z hydraulicznem zamknięciem — wystarczał w tym celu. W każdym razie ciągły i automatyczny prąd piasku w Saint Louis, działający (byle tylko sprzyjała temu natura gruntu) w warunkach tak prostych i bez współudziału żadnego ruchomego organu, — stanowi nader dowcipne ulepszenie.

Przekonano się, że pompa piaskowa mająca 0^m, 088 średnicy może podnosić na godzinę 15 m. sz. piasku, przy koniecznem do tego ciśnieniu wody, wynoszącem około 10 atmosfer.

Jako dodatek do skrzyni, sześciokątna powłoka z blachy żelaznej 19^{mm} grubej, przedłużająca w górę ściany pionowe tej ostatniej, podnosiła się w miarę zanurzania skrzyni. Powłokę tę doprowadzono do poziomu dna rzeki; utworzoną ona była z blach połączonych nitami i nieprzepuszczała wody. Podwójnym jej celem było: 1) nadanie większej sztywności pionowym ścianom skrzyni i zapobieżenie deformacyom; 2) niedopuszczanie wody do muru, a tem samem i do studzien. Mur filaru zmniejszający swój obwód w miarę podnoszenia się w górę, zbudowany został z kamienia wapiennego z oblicowaniem z granitu.

Skrzynię wpuszczono do wody 18 Października 1869 r. i przyciągnięto ponad miejsce wytknięte na filar. Cztery pale mające każdy 1^m średnicy, wewnątrz puste, co pozwalało zastosować pompę piaskową celem ułatwienia ich wbijania, ustalone zostały w ten sposób, aby kierowały skrzynią przy jej opuszczaniu. Na nich oparto śruby podtrzymujące skrzynię aż do chwili, kiedy dotknęła się dna rzeki. Kamień węgielny położono 25 Października, a skrzynia dotarła do skały 28 Lutego 1870 r.

Przy nizkich wodach grubość warstwy piasku pokrywającego skałę w tem miejscu wynosi około 24^m, 40. Podniesienie się wody w rzece wywołuje podmycie piasku, a skoro woda opada znów tworzy się nowy osad. W chwili ustawiania skrzyni na miejscu, głębokość wody wynosiła 10^m, 67, a grubość warstwy piasku 20^m, 74. Podczas gdy skrzynię zapuszczano w piasek, woda przybrała, podmyła piasek na głębokość 1^m, 52 zostawiając nad skałą warstwę 19^m, 22 grubości z nieregularną powierzchnią. Skoro skrzynia zanurzyła się już dobrze w piasek, z przodu i z tyłu uformowały się osady, które przez dwadzieścia do trzydziestu dni w ciągu zapuszczania skrzyni wystawały nad poziom wody. Po bokach gdzie prąd przechodził z całą bystrością, osady nie zawadzały statkom dowożącym materyały budowlane. Celem podtrzymania zewnętrznej powłoki z blachy żelaznej pod ciśnieniem piasku, podpierano ją belkami drewnianemi opierającemi się na murze filaru, i sypano między powłokę i mur piasek wydobywany przez pompy, utrzymując jego poziom wewnątrz powłoki na równi z poziomem na zewnątrz. Zamierzono utrzymywać wciąż szczyt muru nad poziomem wody; ale nie można było

tego uskutecznić z przyczyny opóźnienia w dostawie granitu. Nie chcąc wstrzymywać opuszczania skrzyni postanowiono liczyć na nieprzemakalność powłoki i w chwili dosięgania skały szczyt muru znajdował się na 1m, 80 pod poziomem wody. Tylko celem usunięcia niebezpieczeństwa, na jakie mogliby być narażeni robotnicy pracujący pod skrzynią, w przypadku nieprawdopodobnego ale możliwego zerwania powłoki, przedłużano zawsze ściany studzien ponad poziom wody.

Skoro skrzynia doszła do głębokości 20m, 13, ustawiono w izbie roboczej przyrząd telegraficzny i przeprowadzono dwa druty, jeden do biura inżyniera prowadzącego roboty, na jednym ze statków ustawionych obok filaru, a drugi do biura inżyniera głównego na zachodnim brzegu rzeki. P. Eads mógł tym sposobem mieć w każdej chwili wiadomość o postępie i szczegółach zapuszczenia. Z drugiej znów strony sama myśl, że w izbie roboczej nieustannie znajdował się pod ręką środek porozumiewania się ze światem zewnętrznym, i to środek prawdopodobnie niezależny od wszystkich wypadków, któreby mogły wystawić na niebezpieczeństwo życie pracujących, wywierało zbawienny wpływ na umysły robotników. Przyrządy telegraficzne należały do tarczowych, manipulacya których jest w ogólności dosyć łatwa.

Beton wyrobiony został w izbie roboczej na głębokości (pod poziomem wody), która się zmieniała od 31m, 40 do 33m, 70. Powierzchnia wynosiła 283 m. □, a objętość blizko 1000 m. sześ. Napełnianie trwało 53 dni, od 2 Marca do 27 Maja 1870 r.

Opuszczanie skrzyni wstrzymanem zostało skoro tylko dotknęła skały swym kątem południowo-zachodnim. Przy kącie przeciwległym pozostawała jeszcze warstwa piasku 0,41m gruba. Grubość tej warstwy przy kącie północno-zachodnim i południowo-wschodnim wynosiła tylko 0,20m. Podebrano piasek w około brzegów skrzyni, a wewnętrzne ciśnienie powietrza wystarczało, żeby woda nie przeciskała się pod skrzynię w ilości większej niż ta, jaką mogły podnosić pompy. Najprzód wyłożono betonem przedział pusty między brzegami skrzyni a skałą, oraz pod dwiema głównemi ścianami wewnętrznemi. Potem oczyszczono powierzchnię skały i rozlewano na niej beton stopniowemi warstwami 0m, 20 do 0m, 25 grubemi. Ostatnie warstwy pod sufitem

zostały mocno ugniecione. W ten sam sposób wypełniono śluzy powietrzne, a w końcu i studnie.

Dopóki skrzynia zanurzała się tylko na parę stóp w piasku, wtłaczane powietrze uchodziło bokami pod brzegiem skrzyni w dosyć znacznej ilości. Lecz w miarę opuszczania skrzyni, przechodzenie powietrza przez piasek stawało się trudniejszem. Wymykało się ono tylko pęcherzykami, pojawiającemi się na powierzchni wody o 20^m odległości od filaru, lecz woda pod skrzynią utrzymywała się na poziomie niższym od jej brzegów. Różnica tych dwóch poziomów nie przechodziła nigdy 0^m, 25. Piasek tworzący spód izby roboczej wznosił się zwykle na 1 do 2 stóp ponad brzeg skrzyni i nie był nasiąknięty wodą. Najwyższe ciśnienie, jakie wykazały manometry wynosiło 3,53 atm., w izbie zaś roboczej nie przechodziło pewno nigdy 3,4 do 3,5 atm. Różnicę powodowało po większej części tarcie powietrza przy przejściu przez rury.

Wszyscy inżynierowie wiedzą, że ścienione powietrze wywołuje najprzód niemiłe uczucie w jednem lub obu uszach, uczucie trwające dopóty, dopóki powietrze pod tem samem ciśnieniem nie zapełni trąb Eustachiusza, rozciągających się od tylnej części jamy gardzielowej aż do jam kostnych, zamkniętych od strony ucha bębenkami usznymi. Wciągając w siebie powietrze ułatwić można jego przejście przez trąby. Zrobić to można jeszcze szybciej i prędzej zamykając ściśle palcami nos i usta i mocno wydymając policzki, jak nam to doradził jeden robotnik, gdyśmy zstępowali pod skrzynię mostu pod Brooklynem. Rozszerza się tym sposobem trąby Eustachiusza, a trzeba manipulacyą tę powtórzyć kilka razy, jeśli ścieśnione powietrze szybko przybywa do śluzy. Przy przechodzeniu z pod powietrza ścieśnionego na zewnątrz, powietrze ścieśnione napełniające trąby, rozszerzając się samo, rozszerza i te ostatnie i wychodzi z łatwością, nie powodując żadnych przykrych uczuć. Zdarza się czasem, że przy nienormalnym stanie trąb, przy ich zapaleniu naprzykład podczas kataru, oba wyżej wskazane środki nie wystarczają do zmniejszenia bólu; zwiększenie zaś ciśnienia powietrza w śluzie powietrznej spowodować może wtedy pęknięcie bębenków. W podobnym przypadku robotnicy obsługujący śluzę powietrzną w moście Saint-Louis mieli rozkaz wstrzymywać wprowadzanie powietrza. Często na przeprowadzenie przez śluzę powietrzną niektórych osób, potrzeba było 15 minut, podczas gdy później te same osoby przechodzić mogły z łatwością w przeciągu 5 minut.

Skoro skrzynia pod filarem wschodnim dosięgła głębokości 18m, niektórzy robotnicy dotknięci zostali paraliżem muskułów kończyn dolnych; ale paraliż ten rzadko był bolesny i przechodził zwykle po jednym lub dwóch dniach. W miarę dalszego zapuszczania się, paraliż stawał się trudniejszym do leczenia; w niektórych przypadkach obejmował ramiona, a nawet i kiszki; w stawach zaś w niektórych cięższych przypadkach był bardzo bolesny. Średnio na dziesięciu robotników którzy zasłabli, było zawsze dziewięciu takich, którzy niepodlegali rzeczywistym cierpieniom i wkrótce wyzdrowieli i powracali do roboty.

Czas przebywania w izbie roboczej, umniejszany był stopniowo od czterech godzin do trzech, potem do dwóch a w końcu do jednej godziny.

Wedle zdania inżyniera prowadzącego roboty, dozorców i robotników, używanie pasków albo bransoletek galwanicznych było potężnym środkiem zaradczym przeciwko napadom paraliżu. Wszyscy też używali tego środka. Paski te składały się z ułożonych naprzemian blach cynkowych i srebrnych; noszono je przy osadzie dłoni, pod ramionami, u kostek, w pasie, a nawet pod samą stopą. Wypociny dostarczały dość wilgoci i kwasu do szybkiego wytworzenia elektryczności. Wiara w skuteczność tych pasków była tak ogólną, że p. Eads skłania się do uznania ich rzeczywistej wartości.

Całkowita liczba ludzi użytych w izbie roboczej wynosiła 352. Trzydziestu z pomiędzy nich zapadło ciężej na zdrowiu, dwunastu umarło, a ci wszyscy byli nieprzyzwyczajeni do tego rodzaju robót; wielu z pomiędzy nich przebyło tylko dwie godziny pod ciśnieniem. Przeciwnie połowa prawie robotników użytych do tej budowy, pracowała od początku do końca robót, bez doznania uszczerbku na zdrowiu. Honorowa lista przyłączona do raportu inżyniera naczelnego obejmuje nazwiska wszystkich robotników, którzy pracowali pod skrzynią w chwili gdy ta dochodziła do skały.

Niektórzy lekarze przypisują niebezpieczeństwo szybkości wprowadzania powietrza ścieśnionego do śluzy, inni zaś szybkości wypuszczania tegoż powietrza. P. Eads odrzuca i jedno i drugie zdanie, opierając się przedewszystkiem na tem, że robotnicy przeznaczeni specyalnie do obsługiwania śluz, i którzy nigdy nie chorowali, przechodzili w przeciągu pięciu minut i to wiele razy podczas 2-ch godzin z jednego stanu w drugi. Powietrze wypuszczane

było czasem tak szybko, że temperatura opadała do zera (32⁰ termometru Fahrenheita) wewnątrz śluzy. Tysiące osób wchodziło bez przypadku do skrzyni, a między innemi i damy delikatnej kompleksyi. Skoro czas przebywania pod skrzynią zredukowano do jednej godziny, żaden przypadek słabości nie zdarzył się między robotnikami, podczas gdy główny lekarz pozostawszy jednego dnia dwie godziny i trzy kwadranse w izbie roboczej, na głębokości 28 metrów wracając do siebie zasłabł niebezpiecznie. Z różnych tych faktów wnosi p. Eads, że niebezpieczeństwo leży w zbyt długiem przebywaniu w powietrzu ścieśnionem i że redukując czas przebywania do mniej niż jednej godziny pracowaćby można pod wodą w głębokości większej niż 33^m.

. . . .

III. Most między New-Yorkiem a Brooklynem.

B. Fundamenty filarów.

1. *Filar od strony Brooklynu.* Dwa filary z wieżami (podtrzymującemi liny główne mostu wiszącego) wznosić się mają na 84^m, 80 ponad poziom wysokiego morza. Z powodu znacznej wysokości i odosobnienia, filary te stanowią prawdziwe monumenty, przy budowie których z korzyścią przyjść może w pomoc architektura. Przedewszystkiem jednak należało założyć fundamenty, mające unosić oprócz ciężaru murów ciśnienie pionowe około 4000 tonn. Ta część robót jest przeto najważniejszą.

. . . .

W Omaha widzieliśmy zapuszczane rury, mające tylko 2^m, 60 średnicy; w Saint-Louis skrzynia miała 25^m długości, a 18^m,50 szerokości; w Broklynie ujrzeliśmy skrzynię 52^m,46 długą a 31^m, 11 szeroką u podstawy, czyli mającą przeszło 16 arów powierzchni! Na tak znacznej przestrzeni niespodziewano się spotkać gruntu jednorodnego i jednakowo wytrzymałego. Pragnąc wszakże osadzić mury na stałej podstawie, utworzono ją sztucznie z masywnej drewnianej platformy. Pomysł ten znajdował się w związku z projektem skrzyni odwróconej, pod którą możnaby kopać przy pomocy ścieśnionego powietrza, aby tym sposobem opuścić ją na żądaną głębokość.

P. Jan Roebling, autor projektu, nie obawiał się odnośnie do tej podstawy filaru ani gnicia, gdyż drzewo zostawać miało wciąż zanurzone w wodzie, ani robactwa, gdyż drzewo zanurzone

być miało pod dnem rzeki w piasku lub błocie. Ponieważ tego rodzaju platformy używane są często w Ameryce pod fundamenty mostów, zatrzymamy się chwilę nad tym szczegółem.

Powiedzieliśmy już, że miano zamiar zastąpić żelazo drzewem przy trzeciej i ostatniej skrzyni w Saint-Louis. Myśl ta urzeczywistnioną została przy budowie skrzyni w Brooklynie.

Właściwa skrzynia miała pierwotnie $4^m, 42$ całkowitej wysokości, a mianowicie: $2^m, 90$ wysokości izby roboczej i $1^m, 52$ normalnej grubości sufitu. Przecięcie pionowe ścian izby roboczej miało kształt litery V. Ściany te przy połączeniu z sufitem miały $2^m, 52$ grubości; zewnętrzna powierzchnia ich pochylona była na $^1/_{10}$ ku środkowi skrzyni. Zrobione były masywnie z drzewa i podobnie jak sufit, t. j. utworzone były z bali mających w przecięciu poprzecznem $0^m, 30$ w kwadrat i ułożonych jeden przy drugim i nad drugim. Aby ściany i sufit skrzyni nieprzepuszczały wody i powietrza, zalano szpary smołą roślinną, a w suficie między czwartą a piątą warstwą bali, położono cienką blachę zagiętą na boki skrzyni, gdzie pokryto ją deskami sosnowemi. Nakoniec, ponieważ powietrze pod ciśnieniem trzech atmosfer mogłoby jeszcze przechodzić przez drzewo, wysmarowano wnętrze izby roboczej odpowiednim werniksem. Do Września nieprzepuszczalność ścian skrzyni była zadawalniającą.

. . . .

Izba robocza oświetlaną była głównie gazem. Na suficie skrzyni umieszczone były dwa rezerwoary: jeden z tlenem, drugi z wodorem. Były to cylindry pionowe mające $0^m, 53$ średnicy i $1^m, 83$ wysokości, które komunikowały się ze zbiornikiem wodnym, umieszczonym na dachu poblizkiego domu. Różnica wysokości powiększała się w miarę opuszczania skrzyni, tak że strata ciążenia skutkiem tarcia gazu w rurach pozostawała stałą i gazy wychodziły zawsze z rezerwoarów z prędkością, przy której palenie mogło się odbywać z dostateczną energią.

. . . .

Pomimo użycia gazu musiano jeszcze zastosować i świece do oświetlania różnych zakątków skrzyni. Ta którą mieliśmy w ręku zwiedzając izbę roboczą dawała jeszcze wystarczające światło; lecz natężenie światła, podobnie jak i w Saint-Louis, zmniejszało się w miarę opuszczania skrzyni. Celem zapobieżenia kopceniu świec, mięszano łój z ałunem, zmniejszono grubość knotów

i maczano je w occie; lecz to wszystko nie dawało zadawalniających rezultatów. Wedle p. Collingwood'a pomocnika inż. głównego, dwie przyczyny stoją na przeszkodzie paleniu pod ścieśnionem powietrzem. Gazy dają płomień mniejszy i mniejszą powierzchnię zetknięcia z tlenem powietrza, następnie ciepło wynikające z palenia danej ilości gazu nie wystarcza do wprawienia w ruch około płomienia odpowiedniej ilości powietrza, które będąc gęstszem trudniej się porusza. Wynika ztąd, że wielka ilość węgla ulatnia się pod postacią dymu, nie będąc spaloną.

. . . .

§ 8. *Pogląd ogólny na drogi i mosty.*

1. *Budowa wierzchnia mostów.*

Powiedzieliśmy na początku tego rodziału, że drogi zwyczajne: brukowane lub bite zajmują nader małoznaczące miejsce w ogólnym systemie komunikacyj Stanów Zjedn.; dla nas nie przedstawiają one żadnego interesu. Ale inaczej rzecz się ma z mostami, a zwłaszcza z mostami zbudowanymi pod drogi żelazne od r. 1830, a głównie od 1860.

Wielkie murowane mosty są bardzo rzadkie, jakkolwiek w St. Zjed. niezbywa na odpowiednich materyałach.

Mosty drewniane budowane są w ogóle wedle systemu Howe'a, który Europa zapożyczyła od Ameryki, stosując go na wielką skalę. Lecz mosty drewniane uważane są tylko jako budowle tymczasowe: dziś, gdy brak funduszów nie zmusza do odkładania na później budowli kosztowniejszych, stawiane są prawie wyłącznie mosty metaliczne.

Między mostami metalicznymi, postawionymi w ciągu dwudziestu ostatnich lat, mosty łukowe stanowią tylko rzadkie wyjątki. Most dwupiętrowy na łukach stalowych, budowany obecnie w Saint-Louis, celem przebycia trzema przęsłami rzeki 500^m szerokiej, zajmie wybitne stanowisko między tymi wyjątkami i zresztą pozostanie zawsze pierwszorzędnem dziełem sztuki inżynierskiej. Do jego budowy użytą zostanie stal w ilości 2500 tonn; a trudności fabrykacyi, które przy sporządzaniu projektu przyjęto za rozwiązane, odnoszą się do kwestyj żywo obchodzących przemysł metalurgiczny.

Belki kratowe pomysłu p. Town'a nadające się tak dobrze do budowli tymczasowych i przyjęte w ogóle w Europie przy budowie wielkich mostów pod drogi żelazne, z podstawieniem żelaza w miejsce drzewa, — wyszły już prawie z użycia w St. Zjedn. Zastąpiono je belkami wielkokratowemi, charakterystykę których zawrzeć można, o ile nam się zdaje, w następującem określeniu:

Szerek belek skrzynkowych, długich od 3 do 4^m, połączonych z sobą mufami z lanego żelaza, — i drugi szereg sztab spłaszczonych i rozszerzonych na obu końcach z okrągłymi w tych rozszerzeniach otworami, przez które przechodzą zawiasy służące do łączenia jednych sztab z drugiemi, — połączone są razem za pomocą ściągaczy i rozporów rozmaicie ułożonych i mogących oscylować swobodnie około punktów przyczepienia do pasa dolnego, a czasem i do pasa górnego w ten sposób, że każdy z tych krzyżulców pracuje tylko albo na ściskanie, albo na rozciąganie a *maxima* tych natężeń wyznaczają przecięcie poprzeczne każdej sztuki.

Ta całkowita praca elementów składających ściany pionowe belek prowadzić musi najprzód do oszczędności. Lecz nie jest to jedyna zaleta przedstawiająca się a priori. Inne dodatnie strony polegają: na zmniejszeniu utleniania metalu nagromadzonego ściśle w kierunkach natężeń, na łatwości dostępu do wszystkich części składowych belek celem ich obejrzenia lub pomalowania we właściwym czasie, na szybkości składania tych sztuk, z których każda ma małą stosunkowo długość, wreszcie na małych wymiarach powierzchni wystawionej na działanie wiatru; oszczędność zdaje się wzrastać razem z otworem mostu. System ten stosowano już na wielką skalę do otworów wynoszących od 60 do 100 metrów; z przedstawionego zaś obecnie kongresowi raportu inżynierów rządowych wynika, że dzięki postępowi nauki w ostatnich latach, można juz śmiało, bez narażania towarzystw na wielkie koszta, podnieść na 90 do 120 metrów minimum otworów przęsłowych mostów, mających stanąć pod drogami żelaznemi na rzece Ohio, a pod któremi przepływać mają parostatki.

Nowe te mosty metaliczne, które podzielić można na 7 odmian, znane już były we Francyi, lecz nie zwracano na nie o ile się zdaje dostatecznej uwagi. Wzięcie, jakiem się cieszą w kraju tak praktycznym jak Stany. Zj., stanowi wskazówkę godną zastanowienia. Zaznaczamy zwłaszcza zastosowanie tego systemu do mostów

zwodzonych obrotowych. Mosty te budują się zwykle w Ameryce z dwoma równemi skrzydłami (volées) i pokrywają od razu dwa przęsła od 20 do 50 metrów otworu, obracając się na filarze środkowym. Urządzenie to dające w sposób oszczędny dwa oddzielne przejścia dla żeglugi, dotychczas tylko w wyjątkowy sposób stosowane było we Francyi; mogłoby ono znieść na wielu naszych kanałach zwężenia, niedogodne jednocześnie dla żeglugi i dla przepływu wody zasilającej kanały.

System mostów wiszących stoi na drugim planie. Wynaleziony w Ameryce w końcu ubiegłego stulecia, ulepszony został i odmłodzony w tymże kraju od czasu, kiedy zerwanie mostu w Angers i wielu innych u nas i w Anglii wyrugowało go prawie z użycia. Postarano się nadać mostom wiszącym to wszystko, czego im brakowało pod względem sztywności, mocy i wytrzymałości na działanie gwałtownych wichrów; liczne zaś zastosowania mające już dziś poza sobą znaczny przeciąg czasu, upoważniają do orzeczenia, że pożądany skutek został osiągnięty. Przez rozumne skombinowanie lin głównych z belkami podłużnemi i linami pochylonemi, przez odchylenie od osi mostu płaszczyzn lin głównych i dodanie lin zewnętrznych i wreszcie przez ulepszenie wyrabiania lin głównych i sposobu ich przyczepiania do murów przyczółkowych, p. Jan Roebling doszedł do stawiania mostów, droższych bezwątpienia lecz zupełnie mocnych, które nadto rozwiązały zadanie innym systemom nieprzystępne. Przebywanie, bez podpór pośrednich, otworów 250, 322, 387, a wreszcie, co wkrótce nastąpi, 493 metrowych stanowi postęp, którym słusznie chlubić się może umysł ludzki. System ten zresztą stosowany być może w okolicznościach mniej nadzwyczajnych: pozwoli naprzykład przebyć Sekwanę pod Paryżem bez zwężania koryta filarami i oskałowaniami i bez ograniczania potrzebnej dla żeglugi wysokości przepływu pod mostem.

Jakakolwiek zresztą istnieje w zasadzie różnica między mostami wiszącymi, a mostami z belek prostych, dzieła sztuki inżynierskiej należące do jednego lub do drugiego z tych dwóch typów, a zbudowane przez amerykanów w przeciągu ostatnich lat dwudziestu, przedstawiają się nam jako nacechowane jedną wspólną ideą, ideą zawieszenia, albo ściślej mówiąc metalu pracującego raczej na rozciąganie jak na ściskanie. Długie liny pochylone, zmniejszające tak znacznie pracę lin głównych w mostach wiszących, odnajdują się jako ściągacze w belkach Fink'a i Bollman'a; odnaj-

dują się także jako ściągacze pochylone w innych systemach, mianowicie jako ściągacze przechodzące przez dwie sąsiednie panele w belkach Liuville'a i Post'a. Co się tycze części ściskanych, te redukują się w ogóle do słupów i do krótkich części składowych pasa górnego. Jeszcze w r. 1847 p. Whipple pojął, że system Howe'a winien być odwróconym. Czy jednak użycie metalu w taki sposób, aby ten pracował jak najwięcej na rozciąganie jest racyonalnem? Czy nadto owa wielka oszczędność, jaką się w rzeczywistości tą drogą otrzymuje, zgadza się z ideą jaką sobie wytworzyć można *a priori* o podwójnym sposobie wytrzymałości? Łatwo się o tem przekonać.

Wychodząc z przyjętej hypotezy, że pryzmy z żelaza walcowanego lub lanego pracują zupełnie w ten sposób, jakby były utworzone z włókien podłużnych równoległych, łatwo wyobrażić sobie można każde włókno jako utworzone z cząsteczek mogących się obracać około punktów przyczepienia jednych do drugich. Wytrzymałość pryzmy na rozciąganie, proporcyonalna do jej przecięcia poprzecznego, niezależy zupełnie od długości pryzmy. Lecz inaczej dzieje się w sztukach ściskanych. Siła ściskająca usiłuje nietylko zbliżyć do siebie cząsteczki, skrócić włókna i wywołać zgniecenie; ale nadto wprowadzą ona jeszcze cząsteczki w stan równowagi niestatecznej, dąży do poprzecznego ich rozdzielenia, a nieznajomość stopnia mechanicznego skupienia materyi w każdym punkcie niedozwala przewidzieć, gdzie to rozdzielenie najprędzej może się przytrafić. Pryzmy ściskane narażone są tym sposobem na zgięcie i wykrzywienie pod ciężarem znacznie mniejszym od tego któryby spowodował zgniecenie: stanowi to szczególne niebezpieczeństwo, któremu stawić można zaporę tylko powiększając przecięcie poprzeczne pryzmy, albo tworząc pośrednie punkty podpory. Warunek ten utrudnia konstrukcyą i wywołuje tem znaczniejsze podniesienie kosztów, im sztuki ściskane są dłuższe.

Gdyby nie było zbytecznem rozwodzić się nad tą zasadniczą różnicą dwóch sposobów wytrzymałości i nad wyższością jednego nad drugim, zapożyczylibyśmy od amerykanów dowodzenia dobitnego i malowniczego, zupełnie w ich guście. Pryzmę stalową, o jakiemkolwiek przecięciu poprzecznem zawiesićby można na wysokości dziesięciu kilometrów nad powierzchnią ziemi i choćby drugi koniec pryzmy dotykał się tej powierzchni, pryzma w pobliżu punktu przyczepienia nie przerwałaby się pod

działaniem własnego ciężaru. Lecz jeżeli wyobrazimy sobie tę samą pryzmę postawioną na swej dolnej podstawie, która ma np. 2 do 3 centymetrów w kwadracie, to redukując nawet wysokość pryzmy do 10000 do 1000 a nawet do 100 metr., nie będziemy w stanie przeszkodzić wygięciu i upadkowi pryzmy, podobnie jakbyśmy nie mogli utrzymać w położeniu pionowem długiego sznurka, swobodnego u góry. A jednak w tym drugim przypadku, pryzmy postawionej na swej dolnej podstawie, ciśnienie w pobliżu tej podstawy mniej jeszcze wystarcza do jej zgniecenia, niż w przypadku pryzmy zawieszonej, ciężar pryzmy—do jej przerwania.

Chcąc więc spożytkować w całości wytrzymałość metalu, należy go rozmieszczać tak, aby pracował o ile możności najwięcej na rozciąganie: otrzymana tym sposobem specyalna oszczędność stać się może dosyć znaczną. Jest rzeczą logiczną wystawiać na ściskanie tylko sztuki małej długości wewnątrz puste, nadewszystko zaś nie należy mniemać, że też same organa przechodzić mogą odrazu i bezkarnie od maximum rozciągania do maximum ściskania.

Sądzimy, że taki jest program teoretyczny, jaki postawić sobie musieli amerykanie w formie mniej lub więcej wyraźnej. Skoro zaś nowe te pomysły wprowadzane zostały pod podwójną osłoną powagi racyonalnych zasad i zastosowań dokonanych już na tak wielką skalę, zdaje nam się, że zasługują one w zupełności na baczną uwagę ludzi specyalnych.

2. *Fundamenty pod ścieśnionem powietrzem.*

Co się tyczy fundamentów, zwróciliśmy głównie naszą uwagę na zastosowania systemu fundamentów pod ścieśnionem powietrzem. Zmarły 24 Paźdz. 1870 r. inspektor główny Minard, doręczył nam przed odjazdem starannie ułożony szereg zapytań w tym przedmiocie. P. Minard życzył sobie przedewszystkiem dowiedzieć się, jak daleko zaszli amerykanie w tym kierunku, tak nowym jeszcze, bo wytkniętym w r. 1840 przez francuza p. Triger'a i zastosowanym po raz pierwszy na Loarze. Dane jakie przytaczamy, usprawiedliwiają swoją nowością nadzieje zgasłego nestora naszych inżynierów. W żadnym kraju nieużywano jeszcze skrzyń tak olbrzymich, jak przy moście pod Brooklyn'em (16 arów powierzchni w planie), ani nie zapuszczano ich tak głęboko, jak w Saint-Louis (33^m pod poziom wody). Unieruchomienie u spodu studni śluz powietrznych, przez które wchodzi się

do wnętrza skrzyń, stanowi nowość najważniejszą. Inne kwestye, na które zwróciliśmy baczniejszą uwagę, są: używanie drzewa w miejsce żelaza do budowy skrzyń, — ściany poprzeczne w skrzyniach,—liczba, kształt i wymiary studzien, używanie przyrządów do dragowania Morris'a i Cumings'a w gruntach mniej lub więcej twardych, jak w Brooklynie, — mechaniczne wydobywanie piasku z pod skrzyń za pomocą prądu wody, dostarczanego przez rezerwoar umieszczony w górze i działającego na podobieństwo smoczka Giffarda, bez żadnych tłoków, klap i organów ruchomych, — system oświetlania skrzyń, — wpływ powietrza ścieśnionego pod ciężarem trzech atmosfer na gorzenie ciał i na organizm ludzki, — środki ostrożności mające na celu bezpieczeństwo robotników i wreszcie granica głębokości na jakiej pracować można pod wodą.

Mówiliśmy wreszcie o mostach amerykańskich nowoczesnych odnośnie do ich wpływu na łatwość żeglugi i zaznaczyliśmy o ile rząd i opinia publiczna opiekuje się drogami wodnemi. Te ostatnie mogą jeszcze doczekać się nowej epoki rozwoju w kraju, gdzie wszyscy starają się tak usilnie o spożytkowanie naturalnych bogactw. Drogi wodne wolne tam są wszelkich służebności, które mogłyby potem na nich ciążyć. Zezwalając na budowę mostów niezbędnych dla dróg żelaznych, kongres nie chce przez to ścieśniać praw istniejących, chyba w najkonieczniejszych granicach. Jego inżynierowie badają pilnie, jaką jest obok liczebnej wielkości otworu mostu, szerokość koryta zredukowana przez różne zboczenia prądu oraz głębokość zmniejszona skutkiem budowli podwodnych. Tego rodzaju policyjno-administracyjna działalność dziwną się może wydać w klasycznym kraju nieograniczonej swobody, niemniej przeto jest pouczającą.

(d. c. n.)

Przegląd wynalazków, ulepszeń i celniejszych robót.

Spożytkowanie wody ze ścieków paryzkich do nawodniania pól. Kwestya kanalizacyi jest u nas na porządku dziennym, uwaga ogółu zaczyna zwracać się na wyniki prac podjętych w tym zakresie w ostatnich latach za granicą. Między niemi pierwszorzędne miejsce zajmują podjęte przez municypalność paryzką na rozległą skalę roboty, mające na celu spożytkowanie wody ściekowej do irygacyi pól. O tych robotach złożył p. Alfred Durand-Claye inżynier dróg i mostów następujący raport *Towarzystwu Zachęty Przemysłu* (Société d'encouragement).

Kanalizacya wielkich miast nabrała w ostatnich latach takiego znaczenia, że stanowi obecnie nieledwie najgłówniejszy przedmiot zajęć zarządów miejskich. Zamieszkanie i przebywanie licznej ludności, przywykłej do znacznych stosunkowo wygód i rozwój wielu fabryk wytwarzających wielką ilość odpadków, które się łatwo psują, wszystko to skomplikowało znacznie hygieniczne warunki miast i spowodowało szybki wzrost śmiertelności wszędzie, gdzie nieumiano przysposobić odpowiednich środków kanalizacyjnych. Z drugiej strony grunt stał się nieprzemakalnym na rozległych przestrzeniach skutkiem brukowania ulic i wzrostu powierzchni pokrytej dachami domów. Jednocześnie rozliczne potrzeby mieszkańców i wymagania hygieny, spowodowały sprowadzanie do miast z różnych stron świeżej wody. W Paryżu, np. derywacye rzek Ourcq, Dhuis, Vanne, źródeł w Arceuil, maszyny parowe w Chaillot i przy moście Austerlitzkim, wylewają na różne części miasta strumienie wody, która przybywa zdrowa i czysta, a odchodzi zanieczyszczona różnorodnemi materyami rozpuszczonemi lub też pozostającemi w zawieszeniu.

Należało zatem zbudować kanały celem wydalenia z miasta wód nieczystych. Wzięto się do dzieła jeszcze w r. 1837. W owej epoce istniało w Paryżu 67 kilometrów kanałów. W 1850 r. długość ich wzrosła do 130 kilometrów, a obecnie wynosi przeszło 600 kilometrów, to jest więcej niż odległość z Paryża do Bordeaux. Kanały te tworzą sieć odpowiadającą sieci komunikacyjnej w mieście, po obu brzegach Sekwany. Sieć ta gromadzi wszystkie wody odpływające z domów i ulic do dwóch głównych kanałów (kolektorów) po jednym na każdym brzegu. Kolektor lewego brzegu przebywa Sekwanę syfonem założonym koło mostu Alma i łączy się z kolektorem brzegu prawego. Połączone w ten sposób wody wpadają do Sekwany w Clichy, tuż przed mostem Asnières. Trzecia sieć kanałów zbiera wody z północnego stoku wzgórza Montmartre, z La Chapelle, Belleville, Saint-Denis i Bondy i wylewa je do Sekwany tuż przed ujściem kanału Saint-Denis. Cały ten system kanałów starannie skombinowany i ciągle się powiększający porównał słusznie słynny chemik Dumas do systemu żył w ciele ludzkiem, podobnie bowiem jak ten ostatni wyrzuca on z miasta materye zepsute używaniem lub nieprzydatne mieszkańcom, podczas gdy system arteryjny wodociągów doprowadza wciąż niezbędną dla mieszkańców świeżą wodę.

Objętość odpływającej z Paryża wody zanieczyszczonej, zależy od pór roku i różnych okoliczności; ocenić ją wszakże można na 200 000 metrów sześciennych dziennie dla głównego kolektora kończącego się w Clichy, i na 40 000 metrów sześciennych dla kolektora Saint-Denis. Tym sposobem codziennie wpada do Sekwany od 220 000 do 250 000 metr. sześcien. wody zanieczyszczonej, czyli prawie 3 metry sześcien. na sekundę albo $^1/_{20}$ całkowitej ilości wody Sekwany.

Woda wypływająca głównym kolektorem zawiera na metr sześcienny 2,3 kgr. materyj obcych, których jedną połowę stanowią części nierozpuszczalne w zawieszeniu a drugą części rozpuszczalne, nadające się do zastosowania jako nawóz. Na metr sześcienny przypada 33 gr. potażu, 43 gr. azotu i 17 gr. kwasu fosfornego. Kanałem Saint-Denis płynie woda więcej jeszcze zanieczyszczona, zawierająca na metr sześcienny 3,6 kgr. materyj obcych, w których mieści się 140 gr. azotu.

Cyfry te wykazują do jakiego stopnia zanieczyszaną zostaje Sekwana odpływami ze ścieków. I rzeczywiście wpada do niej tą drogą każdodziennie 300 tonn materyj stałych, objętość których

w ciągu roku wzrasta do 150 000 metrów sześciennych. Materye te są bardzo szybko gnijące, a przez fermentacyą wywiązują się z nich szkodliwe gazy; nadto woda w rzece zanieczyszcza się niemi na znacznej przestrzeni i tworzą się błotniste osady. Municypalność wydawać musi blizko 200 000 fr. rocznie na dragowanie Sekwany pod Clichy, gdzie osady błotniste zapychają koryto rzeki. Oprócz jednak licznych niedogodności materyalnych, jakie wytwarza ten stan rzeczy, wywołał on jeszcze wzburzenie mieszkańców tych okolic. Liczne skargi posypały się do rządu: niepodobna było niepomyśleć o zaradzeniu tym szkodliwym skutkom kanalizacyi Paryża, która w istocie przenosiła tylko na zewnątrz miasta wszystkie przyczyny chorób nie niwecząc ich w zupełności.

Zbadane zostały kolejno różne środki zapobieżenia temu stanowi rzeczy. W r. 1866 utworzono specyalny wydział służby technicznej miejskiej do zajęcia się tą kwestyą, a inżynier naczelny tego wydziału p. Mille wysłany został za granicę w celu zbadania wszystkiego, co dokonano w tym kierunku. Podobne kwestye były już w istocie studyowane w Anglii i w innych krajach. W Walencyi, Medyolanie i Edymburgu wody ze ścieków tych miast używane były do nawodniania gruntów już od lat wielu i wydały jak najlepsze rezultaty.

Trzy mianowicie systemy miały być zbadane.

Pierwszy polega na filtrowaniu wód zanieczyszczonych; wszakże po zbadaniu tego systemu tak we Francyi jak i w innych krajach przekonano się o niemożności zastosowania go na wielką skalę. I rzeczywiście łatwo jest przefiltrować małą ilość wody i usunąć osady zostające po przefiltrowaniu; lecz gdyby trzeba było filtrować 240 000 metrów sześcien. wody dziennie, t. j. blizko 100 000 000 metrów sześcien. rocznie i oczyszczać każdodziennie filtry z 300 tonn osadu, wyszłyby wtedy na jaw trudności praktyczne, niepodobne prawie do pokonania. Z drugiej strony przez filtrowanie, woda ściekowa nie byłaby oczyszczoną z materyj rozpuszczalnych które w sobie zawiera, mianowicie zaś z wielu związków azotu, potażu i t. p.; a te materye psułyby znacznie wodę w rzece. Nie podjęto więc nawet i prób tego systemu.

Pan Le Chatellier proponował oczyszczanie wody ze ścieków za pośrednictwem siarczanu glinki, wywołującego podwójny rozkład i tworzącego szybko osad stały. Metoda ta, tytułem próby, zastosowaną została w odpowiednich zbiornikach, koło ujścia gło-

wnego kolektora w Clichy. Wydała ona bardzo dobre rezultaty; oczyszczono w ten sposób przeszło 100 000 metr. sześcien. wody ze ścieków, a otrzymany osad przy jednakowej objętości przedstawiał te same zalety nawozowe, co i dobry gnój. Oczyszczanie kosztowało ostatecznie około 1 centyma za 1 metr sześcienny wody i prowadzone zostało dalej na polach próbnych, jako środek pomocniczy przy irygacyach, gdy woda ze ścieków nie mogła być inaczej spożytkowaną.

Trzeci system polegał na bezpośredniem użyciu wody ze ścieków do nawodniania jużto łąk, jużto pól, na których uprawiane są ogrodowizny. Żyzność jaką pola w okolicach Medyolanu, łąki Edymburgskie i ogrody de la Huerta w Walencyi zawdzięczają podobnym nawodnieniom, zwróciła najprzód uwagę na ten system; zaczęto w podobny sposób w r. 1867 i następnych uprawiać niektóre części pól próbnych, urządzonych przez municypalność paryską w Clichy. Uprawa wykazała, że jeden hektar pola pochłania w ciągu roku 40 000 metrów kubicznych wody ze ścieków, że produkty w ten sposób otrzymane są wyborne i zadziwiające, że z jednego hektara podobnej uprawy mieć można rocznie 4 400 fr. dochodu brutto, że wody odchodzące z pól nawodnionych zawierają bardzo małe już tylko ilości azotu a nie 35 gr. na metr sześcienny jak wody w kanałach, lub 25 gr. jak wody ściekowe oczyszczone już przez filtrowanie.

Pomyślne wyniki tych doświadczeń skłoniły municypalność paryzką do przedsięwzięcia prób na większą skalę. Dwie maszyny parowe, o sile 40 koni każda, postawione zostały na brzegu Sekwany; podnosiły one 6 000 metrów sześciennych wody dziennie i wpychały ją do rury mającej 2 000 metr. dług. i prowadzącej wodę przez most Clichy do rezerwoaru umieszczonego między Asnières a Genneviliers, z którego można ją było rozprowadzać po całej równinie. Miasto Paryż nabyło 6 hektarów gruntu w około rezerwoaru, aby na nich wykonywać w razie potrzeby próby nawodnień na własną rękę, a nadto podjęło się dostarczać wody ze ścieków wszystkim sąsiednim posiadaczom, którzyby tylko chcieli ją spożytkować. Przewidywania municypalności paryzkiej urzeczywistnione zostały z lichwą; 6 hektarów próbnych przy współudziale sąsiednich posiadaczy wzrosło do 40, które wydały na hektar 40 000 kgr. kartofli, 200 000 kgr. buraków i w dwóch żniwach 80 000 kgr. lucerny. Przemakalność gruntu w tej miejscowości jest tak wielka, że w przeciągu dwóch miesięcy jeden hektar mógł pochłonąć 400 000 metrów sześciennych wody.

Zadanie oczyszczania i spożytkowania wody ze ścieków za pomocą systemu irygacyjnego było więc prawie już rozwiązane, skoro wojna 1870 i 1871 r. przerwała te prace. Nie mogły one być podjęte na nowo aż dopiero w Maju 1872. Miasto Paryż wyznaczyło wtedy milion franków na te roboty. Oto są ich główne rezultaty.

Derywacyą 4000 metrów długą doprowadzono wodę z kolektora Saint-Denis do mostu Saint-Ouen i to do takiej wysokości, że mogła przebyć most bez pomocy maszyny tłoczącej. Od tej chwili 40000 metrów sześciennych wody nader bogatej w materye azotowe, mogło być spożytkowane przy irygacyach równiny. W Clichy postawiono nową maszynę o sile 150 koni, podnoszącą 43000 metrów sześciennych wody z głównego kolektora i przenoszącą tę wodę na lewy brzeg Sekwany przez odbudowany po zburzeniu most Clichy. Specyalny system pomp odśrodkowych podwójnych, z małą szybkością obrotu, podnosi bez trudności razem z wodą ściekową wszelkie nieczystości przez tę wodę unoszone, bez żadnych siatek lub krat które dawniej nie puszczały do pomp materyi stałych. Urządzenia te zaczęły dodostarczać irygacyom począwszy od 1 Stycznia zeszłego roku, szóstą część całkowitej ilości wody ze ścieków paryzkich, odpowiadającą odpływowi ścieków miasta zamieszkałego przez 300000 mieszkańców i obficie zaopatrzonego w wodę z wodociągów.

Służba municypalna postawiła sobie obecnie za cel główny rozwijanie kanałów rozprowadzających wodę ściekową po różnych częściach równiny i pozwalających na nawodnianie wielu setek hektarów gruntu. Woda ta wszędzie jest chętnie przyjmowaną i jej spożytkowanie zapewnione wszędzie, gdzie tylko dochodzi. Jeżeli pochłanianie wody przez grunt dochodziło najprzód z przyczyny nadzwyczajnej przemakalności gruntu do 100000 metrów sześciennych na hektar, to wypada obecnie powrócić do cyfry normalnej 50000 metrów na hektar, która została przewidzianą i która odpowiada zwykłej uprawie roli w tym systemie. Roboty około rozprowadzenia wody ukończone zostały w roku zeszłym. Ich rozwój był niezbędny dla zapewnienia zużycia doprowadzonej wody. Albowiem niebyłoby można stawiać w Clichy nowych maszyn, które podnosiłyby całkowity odpływ ze ścieków i oswobodzały w zupełności Sekwanę od tej skodliwej przymieszki, dopóki nie zostało zapewnione rozprowadzenie wody po wszystkich polach, które mogą być nawodnione.

Rezultaty nawodniania zasługują na uwagę. W wodzie odpływającej z pól nawodnionych można było znaleść zaledwie dwie części azotu, w miejsce czterdziestu czterech. Jako rezultat rolniczy zaznaczyć wypada uprawę ogrodowizn powiększającą się w sposób ciągły razem z irygacyami i rugującą zwykłą uprawę wiejską, która na gruncie jałowym i piaszczystym była bardzo mało zyskowną. Zwłaszcza też udaje się uprawa kapusty, szparagów, karczochów, kardu, buraków i sałaty, a płody te sprzedawane są z łatwością na targach paryzkich lub po okolicznych miasteczkach. Uprawy specyalne, jak naprzykład: mięty pieprzowej, kwiatów i drzew owocowych uległy także rozwojowi na tych gruntach. Dochód brutto z hektaru wynosił przy zwykłej uprawie wiejskiej gruntu nawodnionego od 1 500 do 3 000 fr. a przy starannej uprawie na małą skalę od 4 000 do 7 000 fr.

Spożytkowanie wody ze ścieków paryzkich jest więc zapewnione na równinie Genneviliers, mającej 2 000 hektarów gruntu piaszczystego; pozostaje tylko obecnie rozwinąć kanały irygacyjne na drugiej połowie równiny to jest na przestrzeni 1 000 hektarów. Roboty już obecnie dokonane wykazują, że grunt tej równiny wystarcza do pochłonięcia wszystkiej wody ze ścieków; w razie jednak gdyby nie wystarczał, możnaby jeszcze rozprowadzać wodę na gruntach sąsiedniej gminy Chatou, gdzie znów znalazłoby się 4 000 hektarów gruntu do nawodnienia, oraz na gruntach położonych opodal jeszcze niżej, a przedstawiających więcej rozległości.

Nietylko Paryż usiłował rozwiązać to pożyteczne i interesujące zadanie. Inne stolice w tych samych postawione warunkach zdawna już robiły podobne poszukiwania. Wspomnieliśmy o pomyślnych rezultatach otrzymanych w Medyolanie, Walencyi i Edymburgu. W Anglii zwłaszcza najczynniej zajmowano się tą kwestyą. Londyn puszcza wodę ze ścieków do morza podczas gdy te jest wysokie i woda odchodzi razem z odpływem. Miasto zostawiło przemysłowi prywatnemu do wystudyowania kwestyę spożytkowania tej wody dla rolnictwa.

Niestety kwestyą ta zajmowała się więcej spekulacya, niż przemysł praktyczny. A jednak inne miasta Anglii spożytkowały tak dobrze odpływy ścieków. Liczba tych miast wynosi w tej chwili 44 i każde z nich liczy średno 12 500 mieszkańców. W innych krajach po licznych próbach zarządy miast przyjmują coraz więcej system irygacyjny spożytkowania wody

ścieków, który pewno uznany zostanie niedługo za najlepszy i najskuteczniejszy.

Zastosowania fosforanu amonu i baryty do czyszczenia cukru przez Lagrange'a, (Podług „Bulletin de Société Chimique de Paris). — Przy używanej dotychczas metodzie czyszczenia za pomocą wapna pozostaje w płynie pewna ilość substancyj organicznych i mineralnych, które wstrzymują krystalizacyą cukru i przyczyniają się do wytwarzania melasy. Lagrange usuwa organiczne sole wapienne, potasowe i sodowe, oraz siarkany alkaliczne przez połączone działanie baryty i fosforanu amonu. Utrzymanie syropu w stanie alkalicznym powinno być dla cukrowni przedmiotem starannej uwagi, jeśli chodzi o to, aby skrystalizowany cukier nie uległ zmianie. Przez strącenie jednakże soli wapiennych za pomocą zasadowego fosforanu amonu, wywiązuje się amoniak, który zrazu okazuje się obojętnym, lecz zwolna zaczyna oddziaływać kwaśno. Aby temu zapobiedz dodaje się baryty lub cukru barytowego, który rozkładając siarkany alkaliczne i niektóre sole organiczne, wytwarza produkty nierozpuszczalne w płynie alkalicznym, a nadto utrzymuje sam płyn w stanie alkalicznym. Postępowanie to może być zastosowane z korzyścią szczególnie w fabrykach cukru trzcinowego, w których sole wapienne i przemiana cukru stają się tak często przyczyną niedogodności i strat. Powyższy proces czyszczenia uskutecznia się z syropem o 20° B., któren już został poddany traktowaniu wapnem i kwasem węglowym. Po ogrzaniu syropu aż do wrzenia dodaje się fosforanu amonu dopóty, dopóki nie zostanie strąconą cała ilość wapna; następnie dodaje się baryty, gotuje jeszcze przez pewien czas i nakoniec traktowany tym sposobem syrop sprowadza się na filtry Taylor'a.

Do rafinowania zamiast miałkiego węgla kostnego i krwi, używa się również fosforanu amonu i baryty.

Uskutecznione doświadczenia wykazały, że do traktowania tym sposobem 1 000 kilogr. cukru o 88° wystarcza 800 grm. skrystalizowanego fosforanu amonu i 3 kgr. skrystalizowanej baryty.

Ilość kwasu garbnikowego w drzewach północnej Ameryki. — Mc. Martrie w Waszyngtonie zajmował się przez dłuższy czas dokładnem oznaczeniem ilości kwasu garbnikowego w drzewach, które wydawały się być zdatnemi do zastąpienia uży-

wanej dotychczas w garbarstwie kory dębowej. Z czynionych w tym względzie doświadczeń można wnioskować, że drzewa te, tworzące wielkie lasy w południowych i połuduiowo-zachodnich okolicach Stanów Zjednoczonych, zawierają równie obfitą ilość garbnika, jak używana dotychczas kora dębowa. Jeśli się okaże, że za pomocą garbnika tych drzew można wyrabiać równie dobrą skórę, jak za pomocą kory dębowej, — natenczas warto będzie zastosować te drzewa do wyrabiania ekstraktów, zwłaszcza że przewiezienie drzewa w formie kloców na dalsze odległości wypadnie taniej, niż przewiezienie podłużnej a kruchej kory dębowej. Przytoczone doświadczenia odnoszą się głównie do próbek drzewa moskitowego (algarobia glandulosa), drzewa żółtego „Osage orange" (maclura aurantiaca) i dębu zielonego „Live Oak" (quercus vireus), wziętych z różnych hrabstw w stanie Texas.

Drzewa te zawierają następującą ilość kwasu garbnikowego:

Dąb zielony, drzewo białe.............	0,30 %
„ „ „ twarde..........	0,125
Drzewo moskitowe twarde...........	6,21
„ „ białe.............	0,50
„ „ kora..............	0,50
Osage orange drzewo twarde.........	5,87
„ „ „ białe..........	0,30
„ „ kora...................	0,10

(*Z czasop. ameryk.* „*Shoe und Leather Reporter*").

Osłona rur parowych. — Saskie i szląskie komisye do rewizyi kotłów polecają w tym celu mięszaninę złożoną z

60 kgr. drobno mielonego kamienia wapiennego,
175 „ „ „ węgla kamiennego,
125 „ czystej miałkiej gliny, i
150 „ sadzy z kanałów kotłowych.

Wszystko to miesza się z 300 kgr. wody, i następnie z 5 kgr. kw. siarczanego 50° z dodaniem 75 kgr. sierści bydlęcej. Mięszaniną tą oblepia się rury pojedyńczemi warstwami 10mm grub., dopóki nie utworzy się osłona 40—50mm gruba, która pociąga się następnie farbą olejną.

(*Deutsche Illustr. Gewerbe Ztg. 1874, str. 80*).

Sposób oznaczania ilości cukru gronowego znajdującego się w burakach.—Oprócz cukru krystalicznego C_{12} H_{11} O_{11} stano-

wiącego główną część składową buraka cukrowego, znajduje się w nim jeszcze, obok materyi proteinowych i różnych soli, pewna niewielka ilość cukru gronowego (dextrozy) $C_{12} H_{12} O_{12}$. Wiadomo, że ilość pierwszego rzadko przekracza granicę od 6% do 14%, ilość zaś drugiego o wiele jest mniejszą, gdyż w zdrowych burakach nie przechodzi 0,1%; może się jednakże powiększać, w razie zmniejszania się ilości cukru krystalicznego, co ma miejsce w burakach, długi czas w ziemi konserwowanych,—i to jest właśnie przyczyną, że na wiosnę ilość cukru gronowego wzrasta od 0,3 do 0,4%. Często spotykać się można ze zdaniem, jakoby przeciętna ilość cukru gronowego w burakach wynosiła 0,3%; mniemanie to jest zupełnie błędnem.

P. Krause podaje następujący sposób oznaczania ilości cukru gronowego w burakach: Do 100 części soku świeżo wyciśniętego dodaje się 10 części ekstraktu Saturna (octanu ołowiu), następnie po dokładnem zmięszaniu, przefiltrowaniu i kilkakrotnem przemyciu filtra, otrzymamy płyn (mięszanina soku ekstraktu i wody z przemycia) poddaje się działaniu kwasu węglanego dla strącenia nadmiaru ołowiu. Kwasu węglanego należy używać z ostrożnością, gdyż zbyt wielka jego ilość mogłaby wywołać fermentacyą kwaśną. Następnie za pomocą filtracyi, oddziela się otrzymany węglan ołowiu i dodaje się węglanu sody w takiej ilości, aby płyn słabo alkalicznie oddziaływał. Nie zwracając uwagi na osad ($PbCO_3$), jaki jeszcze może tworzyć, ogrzewa się płyn do wrzenia i pozostawia go w tej temperaturze przez 15 minut; tworzy się wtedy osad lekki, kłaczkowaty, zawieszony w płynie i przedstawiający białko skrzepnięte dotychczas niewydzielone; następnie płyn podlega nowej filtracyi;—do filtratu (po ogrzaniu go 90 do 100° C.) dodaje się płynu Fehlinga w takiej ilości, aby płyn, po utworzeniu się w nim osadu, zafarbował się na lekki niebieski kolor. Po jednogodzinnej dygestyi oddziela się osad od płynu, myje się go kilka razy wodą gorącą, filtruje, suszy i wypalając do czerwoności w przystępie powietrza, przemienia się go z tlenku miedzi ($Cu_2 O$) w tlennik ($Cu O$). Waga tego ostatniego pomnożona przez współczynnik 0,4534 daje na iloczyn procent cukru gronowego w 100 częściach soku. Weźmy przykład:

100 części soku wzięte do analizy dały nam 0,3037 gr. tlenniku miedzi ($Cu O$). Liczba ta pomnożona przez 0,4534 dała na iloczyn 0,1376, co przedstawia ilość cukru gronowego w 100 cz.

soku. Procent badanego cukru w 100 cz. buraków, posiadających 95% soku, znajdziemy z proporcyi:

$$\frac{x}{0,1376} = \frac{95}{100} \quad x = \frac{95 \times 0,1376}{100} = 0,139720.$$

Analiza powyżej opisana wymaga pośpiesznej roboty, aby niedopuścić kwaśnienia soku, pozostającego w zetknięciu z powietrzem, gdyż w takim razie część cukru normalnego mogłaby się przemienić w cukier gronowy.

Kilka słów wyjaśnienia co do współczynnika 0,5534: jeden równoważnik cukru gronowego, przedstawiający 180 części, redukuje 10 równoważników tlenniku miedzi (CuO), przedstawiających 397 cz., na tlenek miedzi (Cu_2 O).

$$\frac{\text{Cukier}}{180} = \frac{\text{Cu O}}{397}; \quad \text{Cukier} = \text{CuO}\,\frac{180}{397}$$

a ponieważ 180 : 397 = 0,4534 więc

$$\text{Cukier} = \text{CuO} \times 0,4534$$

Dr. Scheibler na mocy swoich badań utrzymuje, że współczynnik skrócony 0,45 jest w praktyce zupełnie wystarczający.

C. J.

O użyciu odpadków wełnianych z fabryk sukiennych na nawóz. — Podług p. Fesca odpadki wełniane zebrane z pod maszyn i t. p. w fabryce sukna w Burg zawierały: 89,751 proc. substancyi suchej; w tych znowu znajdowało się:

azotu	7,042%
tłuszczu (wyciąg eterowy)	23,777 „
popiołu	13,761 „
popiół zaś składał się z	
tlenku potasu	1,163 „
tlenku sodu	10,395 „
tlenku wapnia	6,363 „
tlenku mangnezu	ślady
tlenku żelaza	9,814 „
kwasu fosforowego	2,414 „
kwasu siarkowego	7,242 „
chloru	ślady
piasku i kw. krzemowego	61,617 „
	99,018%

Pomimo odliczenia 30 proc. na wilgoć i zanieczyszczenia, 100 kilogr. odpadków, będą zawsze jeszcze zawierały 4,9 kilogr. azotu. Szkodliwe działanie wielkich ilości tłuszczu w nawozie (tłuszcz wstrzymuje rozkład odpadków) można usunąć albo przez odtłuszczenie odpadków sposobem fabrycznym, albo przez zmięszanie ich z wapnem gryzącem na kompost.

(*Z gazety centr. stowarzyszenia roln. w Saksonii*).

Chemiczne badanie mleka. — Do badania mleka krowiego lub innych zwierząt, jak również różniącego się od nich pod niejednym względem mleka kobiecego, zaleca R. Oster używać roztworu szkła wodnego czyli krzemianu sodu. Jeśli bowiem do mleka doda się rozcieńczonego roztworu szkła wodnego i następnie otrzymaną mięszaninę po lekkiem ogrzaniu zmięsza z rozcieńczonym roztworem pewnych soli, np. saletry lub chlorku amonu, natenczas kwas krzemowy wydziela się szybko i opada w postaci galaretowego osadu, który zabiera ze sobą sernik i tłuszcze, a pozostawia ciecz, przechodzącą przez filtr w stanie klarownym. Znając ilość kwasu krzemowego, zawartą w danym roztworze szkła wodnego, można obliczyć z łatwością z wagi wysuszonego osadu ilość masła i sernika — jaka się znajduje w danej ilości badanego mleka. Wytrawiwszy następnie otrzymany osad eterem, można po wyparowaniu eterycznego wyciągu oznaczyć dosyć dokładnie ilość masła. Jasnem jest, iż odciągnąwszy teraz sumę znanej wagi masła i kwasu krzemowego od wagi pierwotnego osadu otrzyma się ilość sernika. Cukier, chlorek sodu i fosforany, znajdujące się w mleku, przechodzą do filtratu. Tym sposobem można za pomocą kilku prób oznaczyć części składowe mleka dosyć dokładnie, nawet w małych ilościach tegoż. Dodawszy jednak do rozwodnionego mleka chlorku amonu, trzeba w razie gotowania tegoż z alkalicznym roztworem miedzi zachować pewną ostrożność, aby powstrzymać zbyt gwałtowne wywiązywanie się amoniaku—które może wyrzucić płyn z naczynia. W razie użycia zupełnie czystego szkła wodnego i saletry niezanieczyszczonej chlorem, można w jednej i tej samej cieczy oznaczyć zarazem chlorek sodu. Szacowanie mleka targowego podług unormowanej ilości cukru dla tegoż—jest niedokładnem, ponieważ dostawca lub przekupień przez dodatek wody i cukru mlecznego może przyrządzić mleko, które pomimo wysokiego stopnia rozcieńczenia, będzie jednak zawierało wymaganą ilość cukru.

Kronika bieżąca.

— **Cegła ogniotrwała krzeszowicka.** — Przemysłowe znaczenie cegły ogniotrwałej, zwłaszcza odnośnie do tych czynności technicznych, które mają być wykonane przy bardzo podwyższonej temperaturze, znanem jest powszechnie. Od jej dobroci czyli wytrzymałości w najwyższych temperaturach, jakie jesteśmy w stanie utrzymywać w piecach i zachowania się względem innych ciał będących w stanie stopionym, zależne są często dobre rezultaty a nawet i samo istnienie zakładów. Nic więc dziwnego, że w każdym dobrze prowadzonym zakładzie przemysłowym, nie szczędzą zwykle kosztów i zachodów, aby tylko mieć cegłę ogniotrwałą odpowiadającą miejscowym warunkom.

W kraju naszym mamy bardzo ładną glinkę ogniotrwałą; znajduje się ona mianowicie w powiatach: Bendzińskim, Opoczyńskim, Końskim, Iłżeckim i Opatowskim. Z miejsc bliżej granicy położonych wywożą nawet co rok do Szlązka znaczną ilość tej glinki. W niektórych naszych zakładach hutniczych wyrabiają z tej glinki cegłę ogniotrwałą, która jednakże wyłącznie tylko do zaspokojenia miejscowych potrzeb służyć może; jest ona bowiem wyrobiona po większej części sposobem bardzo pierwotnym, bez należytego oczyszczenia surowej gliny; cegła jest nadto niedostatecznie wypalona a przytem bardzo krucha, tak że z trudnością tylko w takim stanie mogłaby znaleść większe rozpowszechnienie. Oto dla czego pomimo doskonałego materyału surowego, posługiwać się musimy cegłą ogniotrwałą zagraniczną: angielską albo belgijską.

Na zeszłorocznej wystawie rolniczej w Warszawie hr. A. Potocki wystawił cegły ogniotrwałe różnej wielkości i kształtu, wyrobione w Krzeszowicach pod Krakowem. Cegły te odznaczały się starannem wyrobieniem i dobrem wypaleniem, jak również dobrocią i czystością użytych materyałów, które także były wystawione. W odłamie cegła ta przedstawiała układ drobnoziarnisty i jednorodny, co dowodzi, że glinka i szamot użyte do jej wyrobu były dokładnie zmięszane i dobrze prasowane. Tak cegła, jako też i inne wyroby ogniotrwałe z Krzeszowic wyrobiły już sobie dobrą opinią w Austryi i Szlązku pruskim i rozchodzą się tam w znacznych ilościach. PP. Józef Bandurski i Henryk Glückson powzięli zamiar wprowadzenia rzeczonej cegły na targ warszawski; postanowili jednak przekonać się najprzód, czy cegła ta pod względem własności technicznych jest w stanie współzawodniczyć z tymi gatunkami cegły zagranicznej, które są u nas najbardziej w użyciu. Próby porównawcze wykonane zostały dnia 13 Lutego r. b. przez p. Napoleona Milicera, Magistra Chemii w jego pracowni chemiczno-technicznej, w obec licznie zebranych inżynierów i budowniczych.

Do doświadczeń użyte były następujące gatunki cegły:

1. Angielska Ramzay'a.
2. Angielska Cowen'a.
3. Belgijska z cyfrą L $\frac{6}{5}$ R.
4. Krzeszowicka z cyfrą A. P. ╤ H. T.

Wiadomo, że analizy chemiczne nie zawsze są dostateczną podstawą do oznaczenia wartości materyału ogniotrwałego. Najlepszym środkiem jest w tym razie wystawienie danego materyału na działanie wysokiej temperatury. Równe więc kawałeczki cegły mające po 13 cm. dług. i 2 cm. w kwadrat poprzecznecznego przecięcia, wycięte z wyżej wymienionych cegieł, umieszczone zostały w piecyku gazowym Lapin-Marche'a o 9 u płomieniach. Jednocześnie wstawiono do tegoż piecyka: kawałek cegły zwyczajnej czerwonej i tygielek na prędce przygotowany z 75% sproszkowanej cegły krzeszowickiej i 25% szamotu tegoż pochodzenia. W tygielku tym znajdował się kawałek szarego surowca.

Po 30-tu minutach biegu pieca, cegła zwyczajna na całej swej powierzchni była stopioną. Wszystkie zaś inne okazy pozostawały w piecu przez trzy godziny przy największem możliwem podniesieniu temperatury, poczem wyjęto je i ostudzono. Pokazało się, że wszystkie kawałki cegły na swojej powierzchni były słabo stopione na pewnych tylko punktach, w których znajdowały się więcej żelaziste części składowe. Cegła krzeszowicka przedstawiała w kilku miejscach dosyć znaczną ilość takich stopionych punktów, gdy tymczasem na angielskich cegłach punkty te były rzadsze, ale za to rozrzucone po całej powierzchni. Belgijska cegła okazywała najwięcej stopionych punktów. Surowizna w tygielku była stopiona a sam tygielek mało wycierpiał od działania płynnego żelaza. Przy łamaniu owych wypalonych prób, cegła krzeszowicka okazała się daleko wytrzymalszą od wszystkich innych; tą własnością odznaczał się szczególnie tygielek.

Wszystkie wymienione gatunki cegły poddane zostały nareszcie działaniu dmuchawki tleno-wodornej. W tej nadzwyczaj wysokiej temperaturze stopiły się wszystkie próby, jednakże otrzymane szkła były w jednakowy sposób ubarwione na kolor jasno-zielonkawy; ilość stopionej masy względnie do czasu działania była również wszędzie jednakową.

Tak więc własności techniczne cegły krzeszowickiej, jakoteż jej własności konstrukcyjne, które mieliśmy sposobność jeszcze raz sprawdzić, wykazują dostatecznie, że cegła ta w niczem nie ustępuje cegłom zagranicznym i że może z korzyścią być zastosowaną w budownictwie fabrycznem, zwłaszcza że i cena jej jest niższa od ceny cegły angielskiej i belgijskiej.

— **Kopalnie nafty w Galicyi.** — Eksploatacya nafty w Galicyi ma przed sobą niezaprzeczenie większą przyszłość niż dotąd mniemano. Jeśli zaś ta gałąź przemysłu, która powstała prawie bez żadnego kapitału, nie rozwinęła się dotąd jakby należało, pochodzi to jedynie tylko z powodu braku odpowiednich funduszów a nie jak często utrzymują z powodu braku większych i dobrze urządzonych rafineryj. Stosunek bowiem nafty surowej do rafinowanej wynosi w Galicyi $4^1/_2$ do 8, gdy w Ameryce stanowi $3^1/_2$ do 8 i chociaż w Galicyi rozchodzi się stosunkowo więcej nafty surowej, jednakże w większych rafineryach daje się

czuć brak tego materyału, co jest widocznym dowodem, że rafineryj jest więcej jak potrzeba. Producenci narzekają na nizkie ceny nafty, które wszakże w porównaniu z cenami nafty meksykańskiej są znacznie wyższe. Współzawodnictwo to dałoby się usunąć jedynie tylko przez zastosowanie racyonalniejszego sposobu eksploatowania. Są w Galicyi prywatni przedsiębiercy i towarzystwa, które mają rocznie od dwóch do dziesięciu razy większe dochody z kopalni naftowych, niż wynosi kapitał nakładowy a jednakże mała zaledwie liczba producentów przyczyniła się do podniesienia przemysłu naftowego. Chociaż wydobywanie nafty w Ameryce było później rozpoczęte jak w Galicyi a pola naftowe są daleko większe jak w Pensylwanii i Wirginii, jednakże produkcya nafty w Ameryce jest 40 razy większa niż w Galicyi; amerykańskie szyby naftowe mają do 1,600 stóp głębokości, gdy w Galicyi dochodzą najwyżej do 800 stóp, w przecięciu zaś tylko 200—400 stóp.

Najdawniejsze zakłady naftowe w Galicyi zachodniej znajdują się w okolicach Sącza; w Galicyi zaś wschodniej w Borysławiu. Na całej przestrzeni między temi dwoma punktami a nawet jeszcze dalej znajdują się pokłady zawierające naftę.

W Klęczanach pod Sączem wydobyto już przed 12t laty znaczną ilość nafty, w skutek czego powstała tamże jedna z większych rafineryj. Następnie pewne towarzystwo Hamburgskie zapuściło borlochy do 800 stóp, jednak bez pomyślniejszego rezultatu, gdyż nie zdołano jeszcze dojść do właściwych pokładów naftonośnych. W ostatnich czasach baron Brunicki otrzymuje z otworu świdrowego 600′ głęb. bardzo ładną naftę. W tych okolicach znajdują się liczne kopalnie należące do przemysłowców bądź to krajowych, bądź zagranicznych, które się powoli rozwijają i zdają się mieć przed sobą świetną przyszłość.

Kopalnie w okolicach Gorlicy dostarczają znacznej ilości nafty, jednakże mniej płynnej jak w Klęczanach. Najznaczniejsze kopalnie należą do pp. Fedorowicza, Rogoskiego, Hebenstreita, Znamirowskiego, Towarzystwa Wittig'a i innych.

Dwie mile dalej w Męcinie, towarzystwo pod firmą „Biechoński et Comp.“ pogłębiło otwory świdrowe za pomocą maszyn parowych i urządziło pompy parowe. Podobnież William Stocker et Comp., Znamirowski i inni przemysłowcy doszli do pomyślnych rezultatów. Maszyny parowe zastosowane już zostały w kilku innych miejscach do eksploatacyi nafty.

W Libussy, Pogorszynie, Harklowie, Lęszynie i w wielu innych miejscach roboty borlochowe nie są jeszcze wykończone i dla tego produkcya nafty jest jeszcze nie wielka.

W Lipinkach otrzymują z dosyć płytkich studzien znaczną ilość nafty.

W Wójtowie na przestrzeni około jednej morgi znajduje się 60 studzien (należących po większej części do starozakonnych), które dostarczają znacznej ilości nafty dobrego gatunku.

Kopalnie w Bóbrce, jedne z najbogatszych w naftę a należące do p. Klobassy'ego, są nader starannie eksploatowane. Oprócz bowiem 4—8 otworów świdrowych ręcznych jest kilka takichże otworów parowych czynnych. Nafta ztąd wydobywana zostaje oczyszczoną w rafineryi p. Łukasiewicza właściciela Chorkówki, do której to rafineryi inne jeszcze kopalnie naftę swą wysyłają.

W Ropiance, leżącej o 3 mile za Bóbrką ku południowi, istnieją cztery stowarzyszenia górnicze:

1. Łukasiewicz, Stocker et Comp., 2. Starzeński et Comp., 3. Hr. Drohojewski et Comp., 4. Stowarzyszenie Hamburskie.

Działa tam w ogóle siedm maszyn parowych wydobywalnych i jest oprócz tego 10—20 otworów świdrowych ręcznych. Nafta ztąd pochodząca jest bardzo płynną i lekką. W Płówce znajdują się również otwory ręczne i parowe będące własnością towarzystwa, Doms, Waagner et Comp.

Borysław miejscowość najbardziej naftodajna w Galicyi jest zarazem jedynym punktem, w którym wydobywają wosk ziemny. Jest tam parę tysięcy szybów, od 100 do 400 stóp głęb. Wosk znajduje się w pokładach do 4 stóp grub. Pokłady wosku w większej głębokości nie są eksploatowane, ponieważ niepodobieństwem jest utrzymać szyby przez dłuższy czas w należytym porządku. Wosk bowiem znajduje się w ziemi w kształcie masy półpłynnej. Po jego wybraniu szyby łatwo się skręcają i w krótkim przeciągu czasu ulegają takiemu zniszczeniu, że do dalszego użytku nie są zdatne. W Borysławiu eksploatacya nafty i wosku odbywa się wyłącznie w szybach i to tylko ręcznym sposobem.

Oprócz wymienionych jest jeszcze w Galicyi wiele innych miejsc, w których wydobywają naftę. Nie ulega jednakże wątpliwości, że daleko więcej jest takich punktów, w których nafta niezaprzeczenie znajduje się a które dotąd leżą odłogiem. Niepodobną dotąd było rzeczą wykonać roboty świdrowe tak głęboko, jak to ma miejsce w Ameryce, gdyż żadne towarzystwo nie dałoby się nakłonić do wyłożenia tak wielkich kapitałów. Jednakże do tego niezawodnie z czasem przyjdzie, jeżeli weźmiemy na uwagę, że budujące się dzisiaj nowe zakłady są bez porównania większe od tych, jakie przed dziesięciu laty urządzone zostały; (Oest, Ztg. und Berg et Hütt. 1875).

— **Stowarzyszenie niemieckich fabrykantów ultramaryny**, przeznaczyło 1,000 marek nagrody za wykonaoie najlepszej naukowo doświadczalnej pracy w przedmiocie zbadania „sposobu połączenia siarki w ultramarynie oraz chemicznej budowy ultramaryny.“ Ostateczny termin nadesłania rzeczonej pracy naznaczony został na 1 Stycznia 1876 r.

— **Nowe drogi żelazne.** — Goniec Dróg Żelaznych i Żeglugi Parowej (Nr.13) donosi, że Ministerynm Komunikacyj przedstawiło Komitetowi Ministrów projekt 8,125 wiorst nowych dróg żelaznych, które mają być kolejno budowane. Projekt ten uwzględnia głównie południowo-wschodnie gubernie; z bliższych Królestwa linij przytoczyć można koleje: 1) z Brześcia do Briańska i 2) z Wilna do Równa z odnogami do Grodna i Kowla. W trzeciej zaś kategoryi spotykamy linie: *a*) z Iwangorodu do Krakowa z odnogą do Dąbrowy i *b*) z Lublina przez Józefów i Zakłady Górnicze gubernii Radomskiej do Stacyi Koluszek na Drodze Żel. Warsz. Wiedeń. z odnogą do Sandomierza. Oprócz tego ministeryum posiada jeszcze wiadomości o projektach budowy 50 innych linij, w liczbie których wymieniamy jako najbardziej dla nas ważne linie: *a*) z Dąbrowy do Olkusza, *b*) z Kutna do Słupcy, *c*) z Łodzi do Kalisza z odnogą do Wieruszowa i *d*) z Łodzi do stacyi Ostrowy na drodze Żel. Warsz. Bydgoskiej.

BIBLIOGRAFIA.

NOWE KSIĄŻKI.

Niemieckie za Styczeń i Luty 1875 r.

Baukunst, die Ottomanische. — L'architecture Ottomane. (Text in deutscher, französ. u. arab. Sprache.) Fol. Constantinopel. (Berlin, Friedlaender & Sohn.) n. n. 200.

Fischbach F., Ornamente der Gewebe m. besond. Benutzg. der ehemal. Bock'schen Stoffsammlg. d. k. k. öst. Museums f. Kunst u. Industrie in Wien. 1. Lfg. Fol. Hanau. Prior. n. 48.

Freese E., Zeichnungen f. Korbmacher u. Korbmöbelfabrikanten. 3. Hft. Fol. Kiel, Homann. n. 4. — (1 — 3.: n. 11. 50).

Hartwich, aphoristische Bemerkungen üb. das Eisenbahnwesen u. Mittheilgn. üb. die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten. 2. Aufl. 4. Berlin, Ernst & Korn. n. 10.

Hartwich, Bemerkung üb. die Schifffahrts- u. Vorfluths-Verhältnisse in u. bei Berlin, m. Anschluss e. Projectes zu e. Canale v. der Oberspree nach der Havel bei Wannsee. 4. Ebd. n. 5.

Jülfs, J. C., u. F. Balleer, die Seehäfen u. Seehandelsplätze der Erde, nach ihren hydrograph., naut. u. commerziellen Beziehgn. 2 Bd. Central-Amerika, nebst Anh. Oldenburg, Schulze. n. 9. (1. Bd. m. Suppl. u. 2. Bd. n. 20).

Klasen L., Handbuch der Hochbau-Constructionen in Eisen u. anderen Metallen. 1. Lfg. 4. Leipzig, Engelmann. n. 9.

Lobmeyr, L., die Glasindustrie, ihre Geschichte, gegenwärtige Entwickelung u Statistik. Stuttgart, Spemannn. n. 9.

Pupovac M., die Diamant Bohrmaschine u. ihre Verwend. beim Schürfen, Schachtabteufen u. submarinen Felssprengen. 4. Wien, (Helf's Sort.) n.n. 2. 50.

Rühlmann, M. allgemeine Maschinenlehre. 4. Bde. Braunschweig, Schwetschke & Sohn. n. 47.

Dietrich, E., der Erweiterungsbau d. Landwehr-Kanals. Berlin, Bohne. n. 1. 50.

Dürre, E. F., wissenschaftlich-technisches Handbuch d. gesammten Eisengiessereibetriebes. 2. Aufl. 1. Bd. Leipzig, Felix. n. 18.

Hittenkofer; praktische Holz-Architektur. 2. Sammlg. 1. Hft. 4. Leipzig, Scholtze. Subscr.-Pr. n. 2. 80.; Einzelpr. n. 4.

Jahrbuch, deutsches, üb. die Leistungen u. Fortschritte auf den Gebieten der Theorie u. Praxis der Baugewerbe. Red. H. Zwick. 5. Jahrg. 1874. 1. u. 2. Hft. Leipzig. Scholtze. à. n. 1. 20.

Jahrbuch, berg- u. hüttenmännisches, der k. k. Bergakademien zu Loeben u. Pribram u. der königl. ungar. Bergakademie zu Schemnitz. 23. Bd. 4 Hfte. Wien, Hölder. n. 11. 20.

Menne u. Doerenberger, graphische Darstellung der Leistungsfähigkeit e. Güterzugs-Locomotive v. 50 Tons [à 20 Ctr.] Gesammtgewicht incl. Tender u. 38,570k adhärirendem Gewicht bei verschiedenen Steiggn., Curven, Geschwindigkeiten u. Witterungsverhältnissen. Imp.-Fol. Berlin, Ernst & K. n. 3.

Organ f. die Fortschrirtte d. Eisenbahnwesens in technischer Beziehung. Organ d. Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltgn. Hrsg. von E. Heusinger v. Waldegg. 30 Jahrg. Neue Folge. 12. Bd. 1875. 6 Hfte. 4. Wiesbaden, Kreidel. n. 20.

Petzholdt, A., die Locomotive der Gegenwart u. die Principien ihrer Construction. Ad. den. Objecten der Wiener Weltausstellg. 1873 erläutert u. entwickelt. Braunschweig, Vieweg & S. n. 12.

Ritter, A.. Lehrbuch der Ingenieur-Mechanik. 1. Hälfte. Hannover, Rümpler. n 6.

Sandler, C., Handbuch der Leistungsfähigkeit der gesammten Industrie v. der Rheinprovinz u. Westphalen. 4. Leipzig, Wölfert, n. 2.

Stammer, K., Lehrbuch der Zuckerfabrikation. Mit e. Atlas. Braunschweig, Vieweg & S. n. 27.

Stommel, C., das Ganze der Streichgarnspinnerei. Mit e. Atlas. Grünberg, Wiess Nachf. n. 7. 50.

Francuzkie za Grudzień 1874 r.

Garnier, J., Le Fer. In 12, avec. grav. Hachette et C-ie 2 fr. 25.

Pichault, S., Diagrammagraphe. Procédés théoriques et pratiques pour établir et vérifier les distributions des machines à vapeur. In-8, avec pl. J. Dejey et C-ie 6 fr.

Renouard fils, Alfred., Étude sur le peignage mécanique du lin. In-8. avec fig. et pl. E. Lacroix. 4 fr.

Salvetat, A., Leçons de Céramique, professées à l'école centrale des Arts et Mafactures, ou Technologie céramique. 2 vol. in-14, avec fig. Gauthier-Villars. 12 fr.

Séguin, Joseph, La Dentelle. Histoire, description, fabrication, bibliographie. Ia-fol. avec pl. phototypographiques et grav. J. Rothschild. 100 fr.

ODEZWA REDAKCYI.

W celu nadania Kronice Bieżącej Przeglądu Technicznego pożądanej żywotności, Redakcya ponawia uczynioną w prospekcie odezwę do PP. Techników i Przemysłowców o nadsyłanie wszelkich wiadomości i danych dotyczących techniki i przemysłu.

SPROSTOWANIE.

W artykule „O wyborze kotłów" zamiast. fig. 14, 15, 16 i 17, powinno być w odpowiednich miejscach, fig. 15, 16, 17 i 18. Figury te znajdują się na tablicy IV.

Wydawca i Redaktor odpowiedzialny **Stefan Kossuth.**